

371.7

Е91

АКАДЕМИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ НАУК РСФСР

ПРОФ. В. В. ЕФИМОВ  
**ВОЗРАСТНАЯ  
ФИЗИОЛОГИЯ**

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
АКАДЕМИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ НАУК РСФСР

МОСКВА ~ 1948 ~ ЛЕНИНГРАД



**ВОЗВРАТИТЕ КНИГУ НЕ ПОЗЖЕ**  
**ОБОЗНАЧЕННОГО ЗДЕСЬ СРОКА**


Тип. «Печ. пр.», зак. №1542, т. 1 000 000







АКАДЕМ  
ПН



ФИЗИ

/ф




И З  
АКАДЕМ

М



АКАДЕМИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ НАУК РСФСР  
ИНСТИТУТ ШКОЛЬНОЙ ГИГИЕНЫ




ПРОФ. В. В. ЕФИМОВ

# ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

ТОМ  
I

ФИЗИОЛОГИЯ ОРГАНОВ И ИХ СИСТЕМ  
/ ФАКТЫ, ТЕОРИИ И ПРОБЛЕМЫ /



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
АКАДЕМИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ НАУК РСФСР  
МОСКВА • 1948 • ЛЕНИНГРАД



Задачи  
го человека  
ружающим  
ностей разр  
школьной  
поколение  
так и школ  
мии и особ  
сти знания  
териала ил  
(изд. 1906  
современно  
изучения и  
специально  
зревшим.

Нам ка  
физиологию  
взрослого.  
растная фи  
зиологии е

Система  
ются един  
имеются е

Так как  
назначена  
и особенно  
излагаются  
временном  
Анализ  
ня



## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие. . . . .	3
Введение. . . . .	6
Глава I — ДЫХАНИЕ. Введение. Внешнее и внутреннее дыхание. Внутреннее дыхание и его уменьшение с возрастом. Внешнее дыхание и его механизмы. Особенности строения и функции дыхательных органов детей. Газообмен между легкими и внешней воздушной средой у человека. Вентиляция легких у взрослых и детей. Основной обмен человека и его изменение с возрастом. Физиологические и патологические явления при недостатке кислорода у детей и взрослых. Ядовитое действие кислорода и других газов. Химизм внутриклеточного дыхания. Вторая роль дыхания в организме человека. . . . .	11
Глава II — КРОВЬ. Кровь как внутренняя среда организма. Ритмы жизни организма: суточные, месячные, сезонные и возрастные периоды и их отражение в крови. Возрастные изменения крови. Кровотворные органы у детей и взрослых. Возрастная скорость оседания эритроцитов. Активная реакция крови и ее физиологическое значение. Возрастные изменения количества и качества гемоглобина. Изменения в химическом составе крови с возрастом. Лимфа как внутренняя жидкая среда, непосредственно омывающая клетки тканей. . . . .	30
Глава III — КРОВООБРАЩЕНИЕ. Строение и работа сердечно-сосудистой системы. Особенности кровообращения плода и новорожденного. О возрастном соотношении сердца и кровеносных сосудов. Возрастные особенности формы капилляров. Ритм работы сердца. Мелодия сердца. Пульс и пульсовая волна. Возрастная эластичность кровеносных сосудов. Кровяное давление и его изменения с возрастом человека. Особенности иннервации сердца в ранних возрастах человека. Оживление сердца ребенка. Возрастные физиологические особенности мышцы сердца. Запасные резервуары крови в организме. Кора мозга и сердца. Эмоции и сердце. . . . .	47
Глава IV — ПИЩЕВАРЕНИЕ. Введение. Пищеварение в ротовой полости ребенка. Пищеварение в желудке ребенка. Пищеварение в двенадцатиперстной кишке. Возрастные изменения строения и функции кишечно-желудочного тракта. Пищеварение и всасывание пищи в тонких кишках. Толстые кишки. Кишечно-желудочный тракт как целое. Взаимосвязь головного мозга и кишечно-желудочного тракта. Мнимое кормление. Понижение аппетита у детей и его причины. . . . .	62
Глава V — ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. Пища и пищевые продукты. Молоко и его количественный и качественный состав. Кислые и щелочные пищевые продукты. Строение белков. Белковый минимум. Полноценные и неполноценные белки. Жировой и углевод-	245

«Не сли-  
добиваться,  
имного по-  
граничении  
различных  
можно ска-  
арки), опи-

я в работах  
1934, № 6. Изд.



ный обмен. Солевой обмен. Водный обмен. Строение воды. Талая вода. Тяжелая вода. Радиоактивные индикаторы как метод изучения обмена веществ в организме человека. Обмен энергии в организме человека. Обмен веществ и энергии в растущем и развивающемся организме . . . . . 78

*Глава VI — ВИТАМИНЫ.* Витамин А, Витамин В<sub>1</sub>, Витамин В<sub>2</sub>, Витамин В<sub>6</sub>, Витамин Д, Витамин С<sub>1</sub>, Витамин Е, Витамин К. Никотиновая кислота. Пантотеновая кислота. Биотин. Витамин Н. Авитаминозы у детей. . . . . 95

*Глава VII — ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА.* Введение. Особенности строения и работа органов выделения ребенка. Кожа как орган выделения. Ночное недержание мочи у детей и меры борьбы с ним. . . . . 108

*Глава VIII — ЖЕЛЕЗЫ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ.* Введение. Зобная железа. Эпифиз. Щитовидная железа. Паращитовидные железы. Надпочечники. Гипофиз. Половые железы как смешанные железы. Взаимная связь желез внутренней секреции между собой. Взаимсвязь между железами внутренней секреции и высшей нервной деятельностью . . . . . 115

*Глава IX — ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ ЧЕЛОВЕКА И ЕГО ИЗМЕНЕНИЯ С ВОЗРАСТОМ.* Пассивный двигательный аппарат: Кости и хрящи и их возрастные изменения. Активный двигательный аппарат — возбудимые ткани. Мышцы и нервы. Возрастные особенности строения и работы мышц. Возбудимость и возбуждение. Нервная клетка, нерв, нервные окончания, мышца как активная часть двигательного аппарата. Ощущение и движение. Рефлекторная дуга. Рефлексы кожные, сухожильные и другие. Хронаксия нервов и мышц и ее изменения с возрастом. Субординационная и конституционная хронаксия. Возрастные изменения вестибулярной хронаксии. Изменение нервно-мышечной деятельности организма ребенка с возрастом. Ансамбли Ухтомского. . . . . 129

*Глава X — ЦЕНТРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА И ЕЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ.* Вегетативная нервная система. Химические факторы нервного возбуждения. Теория медиаторов. Изменение вегетативной нервной системы с возрастом. Анимальная нервная система. Развитие черепа. Развитие мозга у животных в ходе их эволюции. Развитие головного мозга у ребенка. Тонкое строение коры полушарий ребенка различного возраста. Химический состав мозговой ткани. Возрастная биохимия мозга. Искусственное кровообращение в голове собаки. Поведение животных и детей без полушарий большого мозга. Двигательные нервные центры коры. Развитие рефлексов у ребенка. Проблема локализации функций в коре мозга человека. Конstellации — созвездия центров. Пластичность центральной нервной системы. Переучивание участков коры. Доминанта. Действие головного мозга на обмен веществ в мышцах. . . . . 144

*Глава XI — ОРГАНЫ ЧУВСТВ ЧЕЛОВЕКА.* Общие закономерности в работе всех органов чувств. Вкус. Синтез вкусов. Обоняние. Орган зрения — глаз. Развитие глаза. Движение глаз. Аккомодация и ее изменение с возрастом. Строение сетчатки. Центральное и периферическое зрение. Возрастные изменения чувствительности периферического зрения. Цветное зрение. Электрическая чувствительность глаза и ее изменения с возрастом. Строение уха. Слух. Изменение слуха с возрастом. Функции вестибулярного аппарата. Кожная чув-



ствительность. Костная проводимость звука. Вибрационное чувство. Взаимосвязь всех органов чувств в их работе; влияние зрения на нервно-мышечную систему. . . . . 183

Глава XII — ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ У ЖИВОТНЫХ И РЕБЕНКА. Учение об условных рефлексах. Основные понятия и термины. Образование условного рефлекса. Дифференцировка. Влияние возраста. Метод рефлексологии у детей. Значение подражания у детей при выработке условного рефлекса. Неврозы детей. Условные рефлексы внутренних органов. Различие в развитии движений у животных и детей. Сознательная и подсознательная деятельность человека и роль в ней условных рефлексов. Чарльз Дарвин и И. П. Павлов. . . . . 208

---



## ПРЕДИСЛОВИЕ

*„Биология — наука будущего“*  
М. Горький

Задачи воспитания наиболее совершенными методами нового человека, с его новым отношением к своему труду и к окружающим людям, с новым пониманием своих прав и обязанностей разрабатываются советской педагогикой. Задача советской школьной гигиены и педагогики — воспитать здоровое, сильное поколение с закаленной нервной системой. Как педагогика, так и школьная гигиена исходят из данных возрастной анатомии и особенно физиологии. Между тем в этой важной области знания нет собранного воедино научно-подобранного материала или этот материал, как, например, труд Гундобина (изд. 1906 г.), уже значительно устарел и совсем не отражает современного состояния физиологии с ее новейшими методами изучения и проблемами. Поэтому новый труд, посвященный специально возрастной физиологии, является делом крайне назревшим.

Нам кажется невозможным в настоящее время излагать физиологию ребенка изолированно, без сравнения с организмом взрослого. Отсюда понятно данное нами название книги «Возрастная физиология человека». Литература по возрастной физиологии еще сравнительно бедна.

Систематически вопросами возрастной физиологии занимаются единичные лаборатории, поэтому во многих разделах ее имеются еще пробелы, ожидающие специальных исследований.

Так как настоящая книга по возрастной физиологии предназначена не только для гигиенистов-врачей, но и для педагогов и особенно учителей-биологов, то в ней, по возможности сжато, излагаются и общеизвестные физиологические данные в их современном состоянии.

Анализ совершенно необходим в науке и без него последняя не может развиваться. Но разложение на элементы — чрезвычайно плодотворное в физике и химии, в науках о живой материи, без одновременного синтеза, может привести к неверным выводам и неверной практике. К сожалению, современная физиология, накопив грандиозное количество данных по анализу физиологических процессов отдельных органов, мало уде-



ляла внимания синтезу, составлению физиологического представления об организме, как анатомо-физиологическом целом. Только в последнее время у нас и за границей появились работы, посвященные этому чрезвычайно важному, но вместе с тем и трудному вопросу. Только после большой аналитической работы оказалось возможным подойти к проблеме организма как целого. Зная физиологию отдельных органов, возможно понять организм человека как анатомо-физиологическое целое, как взаимодействие всех его частей, органов и систем. Настоящий первый том и посвящен сумме всего собранного материала по физиологии отдельных органов и их систем, как это обычно и излагается во всех руководствах по физиологии. Каждая глава начинается с изложения физиологии взрослого организма, а затем излагается и то, что известно в настоящее время по физиологии ребенка.

Необходимо отметить, что если ограничиться физиологическими данными, относящимися к изучению организма только человека, то это отразилось бы сильно обедняющим образом на возрастной физиологии. Часть вопросов физиологии изучается при помощи острых операционных опытов на животных, результаты которых переносятся с большой осторожностью на организм человека, в частности ребенка.

Такие физиологические проблемы, как действие на организм подростка и юноши физического и умственного труда, а также утомления и необходимого отдыха, требуют рассмотрения физиологических и биохимических изменений во всем организме. Обычно утомление описывалось раньше в главе «Работа мышц». Между тем мы знаем, что физическая, мышечная работа вводит в действие весь организм, все его органы, а не только мышцы. Нет органа, который в большей или меньшей степени не принимал бы участия в мышечной работе организма: не только дыхательная и сердечно-сосудистая система, но и железы внутренней секреции (надпочечники, половые и др.); даже органы чувств (зрение, слух и др.) изменяют свою чувствительность при физической работе, причем эти изменения усугубляются при умственной работе, утомлении и тренировке. Ошибочные выводы физиологии труда, оказавшиеся неоправданными практикой жизни, во многом зависели от одностороннего, только аналитического способа рассмотрения процесса утомления. Синтез — рассмотрение этих процессов с точки зрения физиологии целостного организма, безусловно, поможет построению более правильной теории и практики этой важнейшей проблемы физиологии.

Не только физическая и умственная работа, но и действие окружающей внешней среды (тепла, холода, света, звуков, барометрического давления), особенности заболеваний и течения их в различных возрастах требуют рассмотрения взаимодействия всех органов организма. Самые возрастные периоды и



суточные (сон и бодрствование), месячные и сезонные ритмы также не могут изучаться, ограничиваясь только одной какой-либо системой органов тела ребенка.

Всем этим физиологическим проблемам, касающимся организма как целого, будет посвящен второй том. Но и в настоящем томе заключительная глава, посвященная высшей нервной деятельности, является объединяющей все главы книги, показывающей образование условных связей в целостном организме.

Конечно, как и от всякой другой науки, так и от возрастной физиологии, требуются практические выводы. Но было бы совершенно неправомерным и ненаучным стремление дать поспешные практические выводы из отдельных процессов физиологии растущего и развивающегося организма ребенка на подобие тех, к которым приходят некоторые зарубежные ученые по вопросам педагогики. Поэтому окончательные общие выводы по материалам возрастной физиологии мы оставляем, главным образом, для второго тома настоящей работы, ограничиваясь в первом томе лишь немногими практическими замечаниями, вытекающими из изучения физиологии отдельных органов полезными и для врача-гигиениста и педагога.

Автор, вполне отдавая себе отчет в том, что его труд далек от законченности, желаемой полноты и глубины изложения материала, столь необходимых для составления книги по возрастной физиологии человека, примет с благодарностью все указания, которые будут ему сделаны в целях ее улучшения.

Автор приносит глубокую благодарность директору Института школьной гигиены, действительному члену АПН, заслуженному деятелю науки проф. Н. А. Семашко, проф. С. Е. Советову и проф. В. И. Пузик за их помощь и внимание к настоящему труду.

---



## ВВЕДЕНИЕ

Организм взрослого здорового человека от 20 до 40 лет, конечно, изменяется. Но эти изменения за столь продолжительный срок (20 лет) мало заметны не только внешне, но и при физиологическом исследовании с помощью приборов. Во всяком случае их нельзя сравнить с теми быстрыми изменениями, которые происходят с организмом и его отправлениями у зародыша и плода человека. Из яйцеклетки, оплодотворенной единственным сперматозоидом, с невероятной и все более ускоряющейся быстротой развивается зародыш человека с его сложнейшими органами, скелетом, мышцами, сердцем, печенью, мозгом и т. п.

Зародыш пробегает, как бы в ускоренном кинофильме природы, развитие предков человека—животных, приобретая и быстро отбрасывая признаки рыб, пресмыкающихся, обезьян. Эволюция животного мира на земле в течение десятков миллионов лет в редуцированном, урезанном виде проходит зародышем, а затем плодом,—в 9 месяцев. Уже у плода череп и вмещающийся в нем мозг перегоняют в своем росте все другие органы. «Природа,—говорит Леонардо да Винчи,—заботится прежде всего о том, чтобы дать вместилушке интеллектуальным силам». Ноги и руки еще зачаточны, плод состоит из большого туловища и головы, шеи пока нет.

Когда ребенок рождается, то он уже имеет рефлексy—готовые механизмы для всех своих растительных функций: высасывания молока из груди матери, выделения мочи, мекония и выражения своих приятных и неприятных ощущений—криком.

Новорожденный ребенок еще не может двигать слабыми и неразвитыми конечностями, не может перемещаться, даже ползать, затем пробует вставать, и через год он начинает ходить, бегает; нет большего удовольствия для него как двигаться. Беззубое детство проходит, и появляются молочные зубы. Интенсивно развивается головной мозг, что внешне выражается во все обогащающейся речи. Ребенка от 2 до 5 лет интересует весь окружающий мир. То, что взрослому человеку кажется неважным и не заслуживающим внимания, привлекает внимание ребенка. К 6—7 годам сформировываются все шесть слоев нервных клеток коры головного мозга и последний морфологи-



чески готов к работе по усвоению не только конкретных явлений, но и простейших понятий, обобщений. В это же время начинается смена молочных зубов на постоянные, и наступает малый препубертатный период, длящийся до периода полового созревания (13—14 лет). Так, от отрочества организм переходит к подростковому возрасту. Дальше идет период юношества до 21—24 г., когда заканчивается окостенение всех костей скелета человека, время наибольшего физического развития. Затем наступает зрелый возраст, длящийся до 50 лет, после чего начинается период старения организма, когда растительные и животные процессы то медленно, то быстро ослабевают, и только творческая работа мозга продолжает развиваться, обогащаться до конца индивидуальной жизни человека.

Из этого непрерывного роста и всестороннего развития организма трудно выделить наиболее важные ступени его, периоды. Самое деление на возрастные периоды развития организма человека зависит от того признака, который тот или другой исследователь принимает за основу этого деления: рост и развитие костей, желез внутренней секреции, нервной системы и т. д.

Гундобин<sup>1</sup> на основе совокупности анатомо-биологических особенностей различает периоды: новорожденный, грудной до 1 года, первое детство—с 1 до 4-х, второе детство—до 7 лет. Дальше—периоды отрочества и полового созревания.

Маслов берет за основу биологические особенности ребенка: утробное детство (с момента зачатия до родов); «новорожденный» (длящийся 2—4 недели); «грудной» (длительностью от 8 до 18 мес.); период молочных зубов (до 6—7 лет).

Другие авторы делят развитие человека на 4 крупных периода—возраста: 1) детство, в которое входит грудной возраст до 9 месяцев, детский возраст—с 9 месяцев до 7 лет (смена зубов) и отрочество—7—14 лет; 2) юношество—от 14 до 22 лет; 3) зрелый возраст—от 22 до 50 лет; 4) старость.

Вейсенберг<sup>2</sup> отличает семь периодов роста человеческого тела: 1) период роста в ширину (1—3 года); 2) период первого кажущегося вытягивания в длину (4—6 лет); 3) период настоящего вытягивания в длину, или период созревания (у мальчиков—с 12 до 17 лет, у девочек—с 10 до 14 лет); 4) период замедления роста (у юношей—с 18 до 25 лет, а у девушек—с 15 до 18 лет); 5) период остановки роста и второй период роста в ширину (с 25 до 50 лет); 6) период регресса роста (с 51 по 75 лет).

На процесс роста детей, кроме наследственности, имеют

<sup>1</sup> Н. П. Гундобин, Особенности детского возраста, 1906 г.

<sup>2</sup> В. Г. Штефко, Введение в изучение анатомо-биологических особенностей пубертатного периода. Основы возрастной морфологии. Медгиз. 1933, 142—176 стр.



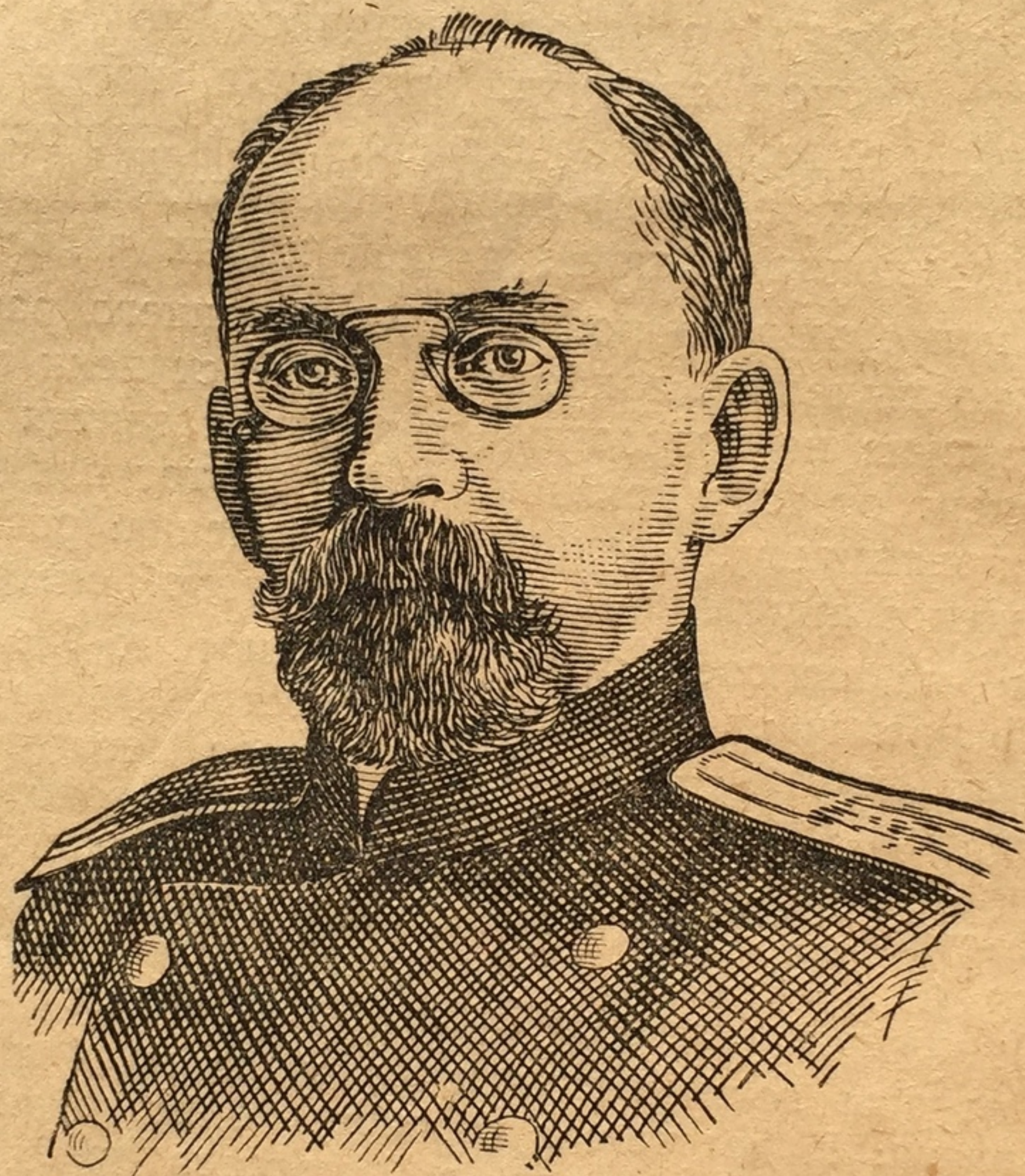


Рис. 1. Н. П. Г у н д о б и н — автор книги „Особенности детского возраста“, изданной в 1906 г., впервые показавший анатомо-физиологические особенности организма ребенка

влияние  
питание,  
В пед  
ды: дошк  
Имеют  
но ввид  
ки зрени  
дать в б  
ципе дел  
риодов д  
В опи  
стные пе  
явления  
можно п  
ганов че



влияние и внешние факторы—климат, гигиенические условия, питание, режим работы и др.

В педагогической практике применяется деление на периоды: дошкольный, школьный и т. д.

Имеются и другие системы деления на возрастные периоды, но ввиду сравнительно малой изученности этого вопроса с точки зрения гистологии, физиологии и психологии можно ожидать в ближайшем будущем больших изменений в самом принципе деления на периоды и особенно значимости отдельных периодов для целостного развития человеческого организма.

В описанных системах некоторые подразделения на возрастные периоды являются так сказать общепризнанными до появления более совершенного деления на возрастные периоды; ими можно пользоваться при изложении возрастной физиологии органов человеческого тела (см. табл. на стр. 10)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Л. Израэльян, Физиологические даты детского возраста. Грузмедгиз, 1947, Тбилиси. 222 стр.



6

Возрастные периоды (по Израэлю)																																			
Авторы	Недели				Месяцы												Годы жизни																		
	0	1	2	3	4	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Фирорд	Новорожденный				I. Первое детство												II. Отрочество							III. Юность											
					грудной период						период молочных зубов																								
Хутинел	I. Первое детство												II. Второе детство					III. Третье детство					IV. Юность												
	новорожденный	грудной				после отнятия от груди																													
Нобекур	I. Новорожденный				II. Грудной возраст								III. Среднее детство					IV. Старшее детство					V. Зрелость												
					Младенчество до 30 мес.													Прорезывание постоянн. зубов																	
Гундобин Маслов	I. Новорожденный				II. Грудной период				III. Период молочных зубов								IV. Отрочество					V. Период полового созревания													
									первое детство				второе детство																						
Швальбе Фриденталь	I Первое детство				II. Нейтральный возраст												Второе детство							IV. Период зрелости (пубертатный)											
	Грудной возраст (беззубый период)				Первая полнота				Первое вытягивание				III. Бисексуальн. возраст постоянные зубы																						
Штрац	I. Первая полнота				II. Первое (кажущееся) вытягивание				III. Замедленный рост								IV. Второе (истинное) вытягивание					V. Очень замедленный рост													
									м. 7—11 л., д. 7—9 л.								м. 12—17 л., д. 10—14 л.																		
Пфаундлер	I. Период латентного вытягивания								II. Период более быстрого вытягивания. Игры.								III. Период более медленного вытягивания, школа							IV. Период относительного пополнения (созревания)											
Ноди	I. Период чувственных интересов												II. Период субъективных интересов																						
Клапаред	I. Период накопления опыта												II. Период оценки накопленного опыта												III. Период творчества										

ВНЕШН



## Глава I. ДЫХАНИЕ

*„Основа всей жизни человека — ритм, данный  
каждому его природой, дыханием“*

К. С. Станиславский

### Введение

Внешнее и внутреннее дыхание. Организм животного не может жить, не обмениваясь со средой, где он живет, твердыми, жидкими и газообразными веществами. Только у простейших животных этот обмен организма со средой настолько уменьшается при высыхании, что с трудом может быть обнаружен современными методами физиологии. Но тогда простейшее животное (например, амёба) окружает себя плотной оболочкой и превращается в так называемую цисту — неподвижный комочек протоплазмы, отделенный от окружающего мира толстой оболочкой — защитой — от проникновения веществ и энергии из внешней среды.

Высшие же животные не могут изолировать себя от внешней среды без опасности для своей жизни. Человек регулярно поглощает пищу, воду и кислород из окружающей его среды. Но организм человека имеет свои запасы питательных веществ и может голодать до 30 суток без смертельного исхода; без воды человек не умирает несколько суток, но без кислорода задышается и умирает уже через несколько минут. Следовательно, кислород более необходим для жизни человека, чем пища и вода. В то время как наше тело имеет большие запасы питательных веществ в своих тканях, а также довольно много воды в них, запасов кислорода в организме в сущности нет; во всяком случае они исчерпываются в течение нескольких минут.

Маленькие животные, обитающие в воде, не имеют особых приспособлений для поглощения воздуха; кислород, растворенный в воде, путем диффузии просачивается через их поверхность и проникает внутрь их тела. Но большие животные не могут довольствоваться таким медленным проникновением кислорода и имеют особые приспособления — дыхательный аппарат — для ввода внутрь организма больших количеств воздуха, чтобы извлечь из последнего нужное им количество кислорода. У насекомых имеются особые дыхательные трубочки, разветвляющиеся в теле, у рыб — жабры, у высших животных — легкие.



Давление кислорода, наибольшее во вдыхаемом воздухе на поверхности земли, падает в альвеолах легких, еще более понижается от артериальной к венозной крови и особенно понижено в клетках. Поэтому и существует течение кислорода из воздуха в организм, но это течение весьма слабое и для ускорения его необходимы специальные дыхательные движения легких (рис. 2).

Различают внешнее и внутреннее дыхание. Конечно, физиологическое значение в сущности имеет внутреннее дыхание, т. е. дыхание клеток всех тканей, внешнее же дыхание только доставляет кислород из внешней среды к тканям. Именно интенсивность дыхания тканей и определяет работу легких и сердца.

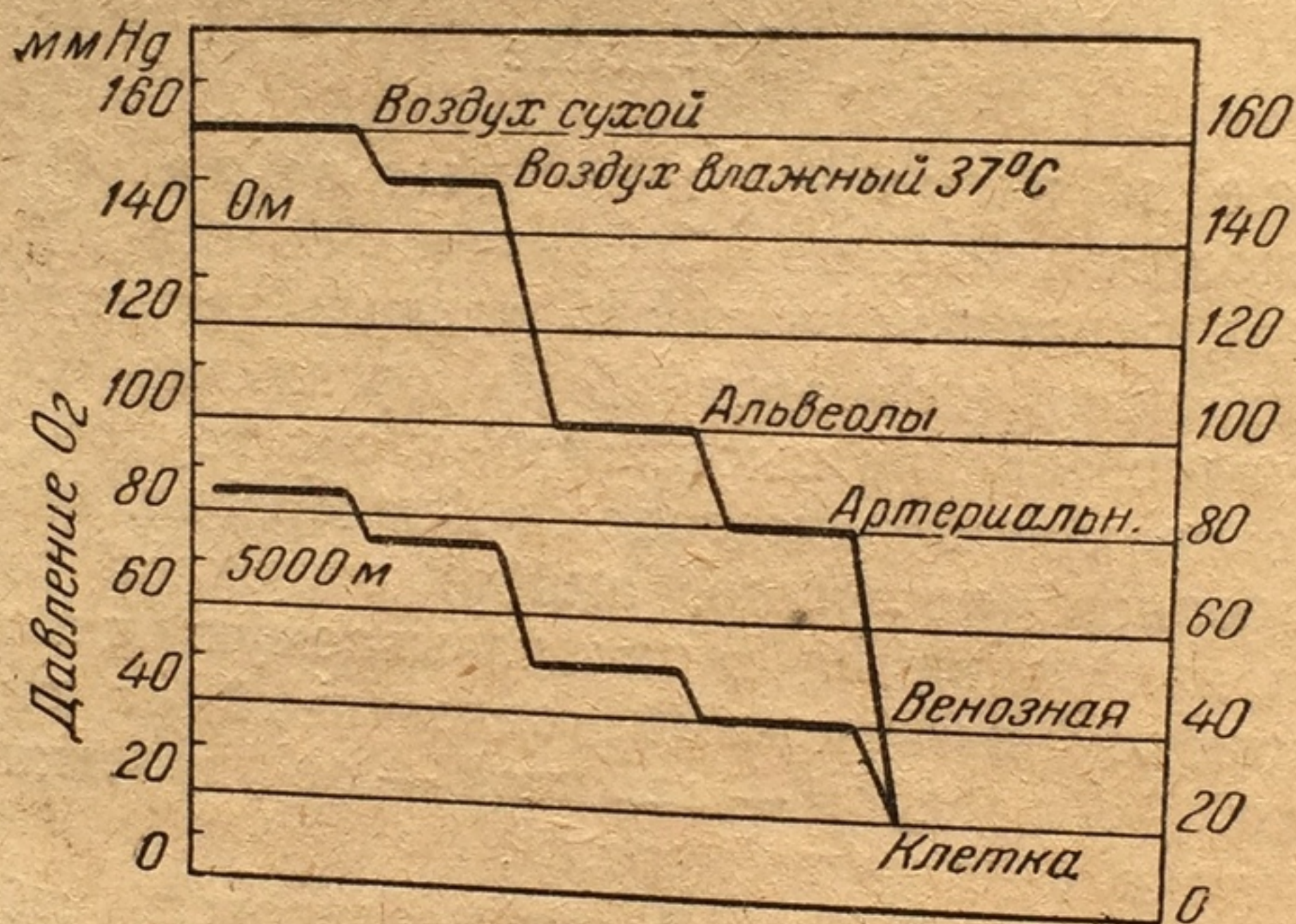


Рис. 2. Падение давления кислорода воздуха в клетках тканей

Остановка поступления кислорода в ткани, всегда остро в нем нуждающиеся, сейчас же ведет к физиологическим изменениям в них.

Полнее изучены процессы внешнего дыхания, чем внутреннего, так как первое доступнее для наблюдения. Но мы можем судить об интенсивности внутреннего дыхания по силе внешнего. Чем больше человек в единицу времени поглощает кислорода из воздуха, проходящего через его легкие, тем, очевидно, больше потребляют его клетки. Только мы не знаем, какие именно ткани и в каком количестве поглощают кислород. Чтобы узнать интенсивность дыхания различных тканей тела (мозга, печени, мышц, почек и т. д.), надо вырезать ткани у только что убитых животных и в особых сосудах измерять количество поглощаемого ими кислорода и выделяемой углекислоты.

Подобных измерений сделано уже много, но они страдают одним важным методическим недостатком: выделяя ткани организма в виде кусочков, мы ставим их в ненормальные усло-



вия, лишая питания лимфой и кровью. Поэтому физиология еще не имеет точных цифр нормального дыхания тканей в естественных условиях жизни организма.

Но все-таки описываемые измерения показали, что дыхание различных тканей чрезвычайно быстро уменьшается с возрастом животного.

Внутреннее дыхание и его уменьшение с возрастом. Ткани дышат усиленнее у молодых животных, чем у взрослых. Так, кислород, потребляемый 1 мг. мышцы (сухое вещество) в течение 1 часа будет равен (в куб. мм.):

	Мыши	Крысы	Свинки
Молодые . . .	13,4	7,5	5,1
Взрослые . . .	10,6	5,7	3,5

Для клеток печени дыхание также быстро уменьшается с возрастом. Так, по Клебанову<sup>1</sup>: относительное потребление  $O_2$  печенью для мыши весом в 5 г. составляет 180%; для мыши в 10 г. — 142%; для мыши весом в 15 г. — 122% и для мыши в 23 г. — 100% (потребление  $O_2$  выражено в мм.<sup>3</sup> на 1 мг. сухого веса печени в 1 час).

Уменьшается с возрастом и газообмен мозговой ткани. Так (по Mac Arthur and Jones), у телят:

	$O_2$	$CO_2$
Большой мозг (кора) 8 мес.	118	86 мм. <sup>3</sup> на 1 г. в 1 час
взрослого . . . . .	86	67 " "
Мозжечек 8 мес. . . . .	114	84 " "
взрослого . . . . .	84	65 " "

Интересно, что прерывистый свет увеличивает поглощение кислорода мозгом, хотя и немного.

По Кану<sup>2</sup>, дыхание периферического нерва крысы также быстро падает.

3-й день . . . . .	350 мм. <sup>3</sup>
20-й " . . . . .	225
45-й " . . . . .	170
60-й " . . . . .	170

И только на 45-е сутки падение останавливается или, вернее сказать, резко замедляется.

<sup>1</sup> Е. А. Клебанов. Возрастные изменения в потреблении кислорода печеночной тканью. Физиологический журнал, СССР, 1938 г., т. XXV, в. 4, 426—429 стр.

<sup>2</sup> С. Н. Кагановская и И. Л. Кан. Возрастные изменения в дыхательном обмене. Биохимия, 1937, т. II, в. 2.



В 1942 г. Лазовская показала, что и кровеносные сосуды (аорта) поглощают больше кислорода у молодых крыс, чем у старых:

3 мес. . . . .	31 %
12 „ . . . . .	25 %

Пирс<sup>1</sup> в 1936 г. также нашел, что и другие ткани (печень, почки, сердце) ясно уменьшают интенсивность дыхания с возрастом животного. Так, печень уменьшает дыхание на 35 %, почки—на 11 % и сердце—на 28 % соответственно на 4-й и на 50—60-й неделе жизни животного.

Очевидно быстрое падение внутриклеточного дыхания для тканей животных является определенной закономерностью. К сожалению, в литературе не имеется таких данных для тканей новорожденного ребенка и взрослого; по аналогии можно предполагать и для них существование подобной закономерности.

Внешнее дыхание и его механизмы. Для того чтобы доставить крайне нужный для клеток тканей кислород, существует целая транспортная система механизмов, состоящая из органов дыхания и кровообращения. Органы дыхания человека — легкие — помещаются в грудной полости, стенки которой спереди и снизу являются подвижными — в виде диафрагмы (грудобрюшной преграды, разделяющей брюшную и грудную полости) и ребер, соединенных вместе и образующих грудную клетку. При вдохе происходит сокращение мышц, имеющих в диафрагме, последняя уплощается и опускается вниз. Одновременно сокращением межреберных мышц ребра поднимаются вверх, вся грудная клетка расширяется и увеличивает свои размеры вперед и в боковом направлении. Между внутренними стенками грудной полости и поверхностью легких имеется узкое пространство, наполненное разреженным воздухом. Подъем ребер и опускание диафрагмы еще больше разрежают воздух в плевральной полости (легкие и стенки грудной полости покрыты плеврой, отсюда название — плевральная полость); тогда давление внешнего воздуха (равное барометрическому давлению) преодолевает сопротивление эластических сил легочной ткани вместе с уменьшившимся давлением разреженного воздуха на легкие в плевральной полости, воздух входит в легкие и расширяет их. При выдохе процесс идет в обратном направлении. Чтобы наглядно продемонстрировать акт вдоха и выдоха, можно проколоть межреберные мышцы, впуслав внешний воздух в плевральную полость; тогда давления воздуха через носоглотку внутрь легких и на их стенки через прокол будут равны, и легкие не смогут расширяться и спадутся. Такое спадание легких наблюдается у детей и взрослых, больных тубер-

<sup>1</sup> J. M. Pearce. Age and Tissue Respiration American Journal of Physiology, V. 114, N 2, 1936, p. 225—260.

кулезом, для того  
туберкулезными  
Клетки, состав  
волокна. Эласти  
ляет им произво  
Если раздуть вы  
влиянием эластич  
эти легкие, то он  
рятся. Эластическ  
ходовать энергию  
выдохах.

Необходимо пр  
лы, имеют гладк  
отверстия альвеол  
жены многочислен  
которых поглощае

Особеннос  
ных органов  
личаются незначи  
ством капиллярно  
усиливается в те  
созревании. В на  
при начале ходьб  
появляется диафр  
дам начинает пре  
дыхания относиг  
шается: у грудн  
к 14 годам — 12

Объем вдоха  
чивается до 80 см  
Объем легких  
53 см.<sup>3</sup>, с 4 мес  
707 см.<sup>3</sup>, в 20—2

Фельдман<sup>1</sup> по  
щую их поверх  
Средний диамет  
врожденного—  
равен 1,617 см.  
(по формуле ша  
что число альве  
(или 4 100 000 0

Но общая  
денного—6 м.<sup>2</sup>,  
Длина трахе  
7 см., у взросл



кулезом, для того чтобы дать покой легкому, поврежденному туберкулезными палочками.

Клетки, составляющие ткань легких, имеют эластические волокна. Эластичность легких в значительной степени позволяет им производить непрерывную работу более экономно. Если раздуть вынутые из тела легкие, то они сожмутся под влиянием эластических сил. Но если, наоборот, сильно сжать эти легкие, то они самостоятельно, хотя и немного, но расширятся. Эластические свойства легких позволяют экономнее расходовать энергию для работы легких при глубоких вдохах и выдохах.

Необходимо прибавить, что легочные пузырьки, или альвеолы, имеют гладкую мышечную мускулатуру, которая держит отверстия альвеол неспадающими. В стенках альвеол расположены многочисленные кровеносные сосуды (капилляры), кровь которых поглощает кислород и отдает углекислоту в альвеолы.

Особенности строения и функции дыхательных органов детей. Легкие у детей раннего возраста отличаются незначительным развитием эластической ткани и богатством капиллярной сети. Непрерывный рост легких особенно усиливается в течение 3 первых месяцев жизни и при половом созревании. В начале жизни ребенок имеет брюшное дыхание, при начале ходьбы ребенка грудная клетка опускается вниз и появляется диафрагмально-грудное дыхание и только к 3—7 годам начинает превалировать грудное дыхание. Минутный объем дыхания относительно 1 кг. веса тела с возрастом уменьшается: у грудного ребенка — 220 см.<sup>3</sup>, к 6 годам — 168 см.<sup>3</sup>, к 14 годам — 128 см.<sup>3</sup>, у взрослого — 96 см.<sup>3</sup>.

Объем вдоха у новорожденного — 25 см.<sup>3</sup>, к 1 году увеличивается до 80 см.<sup>3</sup>, к 2 годам — до 140 см.<sup>3</sup>, у взрослого — 400 см.<sup>3</sup>. Объем легких с возрастом изменяется: у новорожденного — 53 см.<sup>3</sup>, с 4 мес. до 1 года ребенка — 210 см.<sup>3</sup>, в 13 лет — 707 см.<sup>3</sup>, в 20—25 лет — 1680 и у 30—39-летнего — 1738 см.<sup>3</sup>.

Фельдман<sup>1</sup> подсчитал и сравнил количество альвеол и общую их поверхность у новорожденного и взрослого человека. Средний диаметр альвеолы у взрослого равен 0,2 мм., а у новорожденного — 0,07 мм. Общий объем легких соответственно равен 1,617 см.<sup>3</sup> и 67,7 см.<sup>3</sup>. Вычислив объем одной альвеолы (по формуле шара) и разделив на него объем легких, нашли, что число альвеол у новорожденного и взрослого равно  $4,10^8$  (или 4 100 000 000).

Но общая поверхность всех легочных альвеол у новорожденного — 6 м.<sup>2</sup>, а у взрослого — 50 м.<sup>2</sup>, т. е. в 8 раз больше.

Длина трахеи у грудного ребенка — 4 см., а у 10-летнего — 7 см., у взрослого — 10—12 см.

<sup>1</sup> W. F e l d m a n n. Biomathematique. London, 1923, Charles Griffin, 398 стр.



Форма грудной клетки человека изменяется в зависимости от его возраста и пола. При рождении ребенка грудная клетка имеет конусообразную форму, что связано с недоразвитием легких и относительно большим ростом и развитием печени. У ребенка грудная клетка приподнята, и ребра не могут опускаться так низко, как это имеет место у юноши и взрослых. Благодаря этому ребенок не может делать глубоких вдохов и выдохов, как взрослый человек, и необходимое количество воздуха и кислорода в 1 минуту он вдыхает благодаря увеличению частоты дыхания. По мере усиления наклона ребер с возрастом и возможности делать глубокие дыхания эта частота уменьшается. К старости наклон ребер еще более увеличивает, но уже благодаря ослаблению тонуса (напряжения) межреберных мышц. У женщин грудная клетка несколько короче и уже, чем у мужчин.

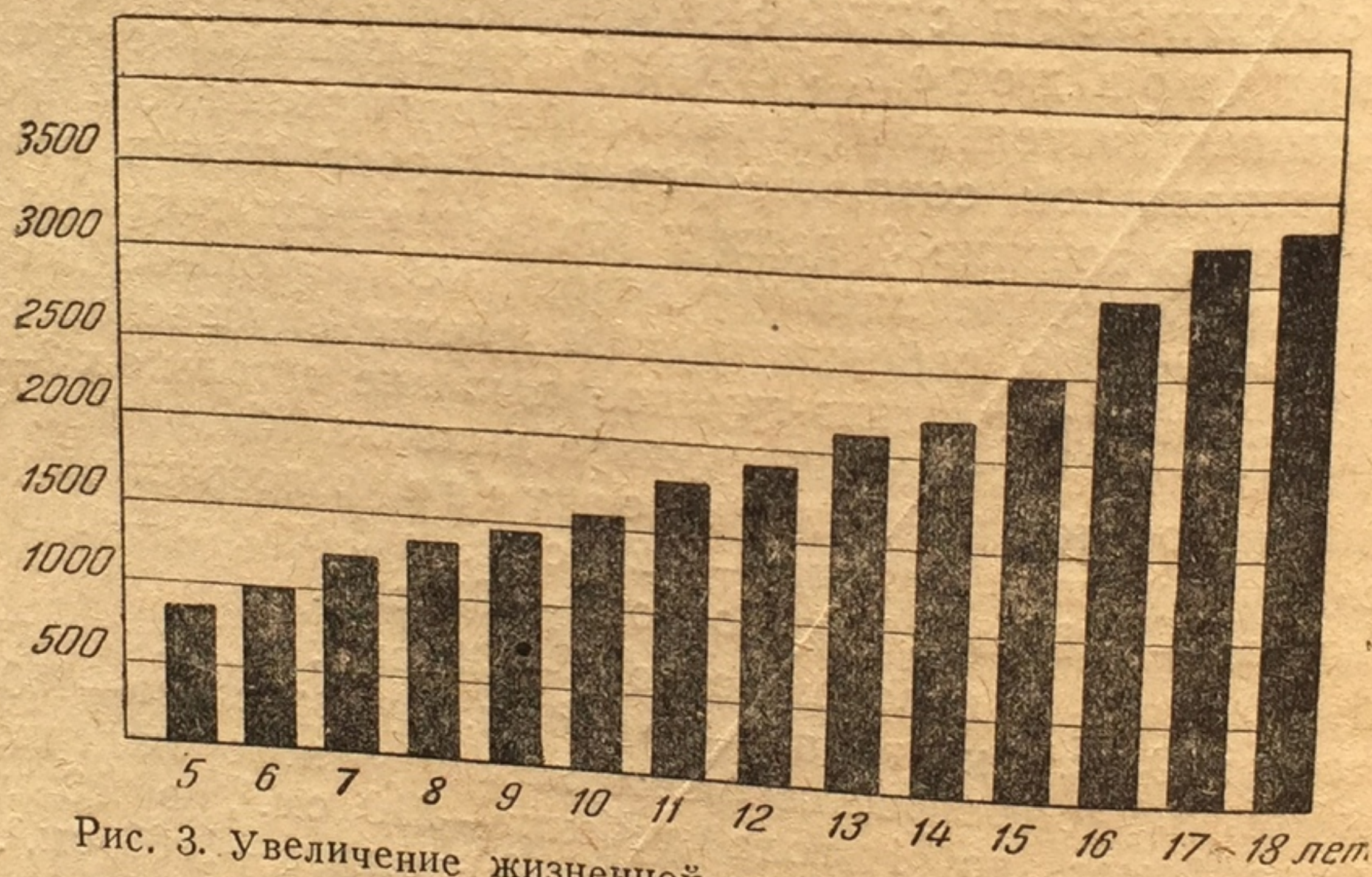


Рис. 3. Увеличение жизненной емкости легких с возрастом

Увеличение жизненной емкости легких с возрастом (см. рис. 3). Жизненная емкость легких, т. е. наибольшее количество воздуха, которое может вдохнуть и выдохнуть человек, закономерно изменяется с возрастом; причем в 6—7 и 15—16 лет имеются скачкообразные, более значительные подъемы.

Частота дыхания также резко изменяется с возрастом, как показывают нижеследующие таблицы.

По другим данным (Назарова<sup>1</sup>) число дыханий с возрастом изменяется следующим образом: до 3 мес.—46—78; 3—6 мес.—

<sup>1</sup> Н. С. Назарова, Исследования дыхания методом кимографической записи у детей раннего возраста. Труды IV съезда детских врачей, 1927, стр. 655—662.



### Средняя частота дыхания и возраст

Возраст	Частота дыханий в 1 мин.
Новорожденные до 10 дней жизни . .	37 до 46
5—10 мес. . . . .	37 „ 44
14—22 „ . . . . .	30 „ 38
2—4 года . . . . .	29 „ 37

46—76; 6—12 мес. — 41—78; 1—3 лет — 26—50. По другим авторам: (см. табл. ниже).

### Изменение частоты дыхания с возрастом

Возраст	Число дыханий в 1 мин.
6 недель . . . . .	52
1—3 года . . . . .	35—40
1—4 „ . . . . .	20—36
2—5 лет . . . . .	20—32
5 „ . . . . .	26
6 „ . . . . .	20
8 „ . . . . .	20
6—10 „ . . . . .	20—28
6—14 „ . . . . .	21—25
15—20 „ . . . . .	20
20—25 „ . . . . .	20
25—35 „ . . . . .	16

По Кетле, частота дыхания изменяется следующим образом:

Возраст	Количество дыханий в 1 мин.
1 год . . . . .	44
5 лет . . . . .	26
15—20 лет . . . . .	20
20—25 „ . . . . .	18
25—30 „ . . . . .	16
30—35 „ . . . . .	18

Газообмен между легкими и внешней воздушной средой у человека. Из всех газов, имеющих на поверхности земли, кислород занимает исключительное по-



ложение в жизни животных и человека. Человек вдыхает воздух одного состава, а выдыхает воздух, уже измененный, главным образом, относительно двух газов: кислорода и углекислоты.

**Состав атмосферного воздуха на поверхности земли:**

Наименование газов	Содержание в %
Азот . . . . .	78,0
Кислород . . . . .	20,92
Углекислота . . . . .	0,033
Аргон . . . . .	0,937
Криптон . . . . .	0,0001
Ксенон . . . . .	0,000005
Неон . . . . .	0,0015
Гелий . . . . .	0,01
Водород . . . . .	0

Воздух содержит также водяные пары, пыль из частиц почвы и солей, а также споры грибков, бактерий.

В то время как состав атмосферного воздуха очень постоянен на всей поверхности земли и изменяется только при значительном подъеме над землей, состав выдыхаемого человеком воздуха весьма непостоянен и зависит от многих причин и прежде всего от глубины вдоха и выдоха. Роль азота и других так называемых редких газов еще мало выяснена.

**Состав воздуха, выдыхаемого человеком**

Кислород . . . . .	16—17 %
Углекислота . . . . .	3—4,5 %
Азот . . . . .	78,8 %

Раньше физиологи считали азот и редкие газы совершенно нейтральными, безразличными для жизни человека и животных. Но в настоящее время, при развитии воздухоплавания в стратосфере (на стратопланах) и при работе водолазов на очень больших для человека глубинах, такие газы, как гелий, уже играют важную роль, заменяя азот в тех газовых смесях, которыми дышит летчик и водолаз.

Во всяком случае кислород поступает в легкие человека в количестве 21 %, а покидает их в количестве 16—17 %. Наоборот, углекислота, вступая в легкие в количестве 0,03 %, выделяется из них в 3—4,5 %.

Вентиляция легких у взрослых и детей. Взрослые люди пропускают через свои легкие в среднем 6—7 л. воздуха в 1 мин. Количество вентилируемого воздуха зависит в основном от веса и роста человека (без жира): чем выше и тя-



желее человек, тем больше воздуха проходит через его легкие (доходя до 8 л. в 1 мин. и спускаясь до 4,5 л. у людей малого роста).

Но эту закономерность нельзя переносить на детский организм, ребенок нуждается в сравнительно большем количестве воздуха, чем взрослый. У ребенка, по Гельмрейху<sup>1</sup>, имеется гипервентиляция (гипер—сверх) легких. Даже у двух-трехлетних детей объем воздуха, проходящий через легкие, немногим меньше взрослого (5—6 и даже 7 л. воздуха). По Гельмрейху, «эта длительная физиологическая гипервентиляция является самым выдающимся признаком детского дыхания» и не только увеличивает поглощение кислорода организмом ребенка, но и способствует усиленному выведению воды в виде паров, помогая работе почек, коже и особенно выделению углекислоты.

Особенности процесса выделения углекислоты у детей. В то время как у взрослых людей выделение углекислоты при покое в среднем равно 3—4%, у детей наблюдается значительно меньший процент. Так, у пятилетних детей выделение углекислоты понижено до 1,7%. Вообще с уменьшением размеров тела процентное количество выделяемой углекислоты понижается; это зависит в первую очередь от гипервентиляции легких у маленьких детей. Абсолютное же количество выделяемой углекислоты увеличено при сравнении со взрослыми (если рассчитать на единицу веса тела).

Основной обмен у человека и его изменение с возрастом. Основным обменом называется тот обмен, который человек имеет утром, натощак, лежа, при полном покое. Величина основного обмена выражается или в количестве кислорода, поглощенного за единицу времени, или в калориях. За единицу времени берут обычно 1 мин. (реже 1 час) или сутки.

На величину основного обмена (т. е. количество поглощаемого кислорода) влияют многие внешние и внутренние факторы — пищеварение, психическое возбуждение и др. Величина основного обмена закономерным образом изменяется также с возрастом. Конечно, вес тела ребенка по сравнению со взрослым, значительно меньше, как различны и величины поверхности их тел. Но в результате деления величины основного обмена на вес тела или его поверхность мы получаем дыхание единицы живого вещества как ребенка, так и взрослого.

Нанося на график количество поглощаемого кислорода на 1 кг. веса или на 1 м.<sup>2</sup> поверхности тела у детей и взрослых, получаем очень интересную кривую поглощения кислорода человеком в зависимости от возраста (см. рис. 4)<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Э. Гельмрейх, Обмен энергии у ребенка. Госиздат, 1928, 191 стр.

<sup>2</sup> Из Е. С. Лондон и Я. А. Ловцкий. Обмен веществ в организме животных и человека. Биомедгиз, 1938. Лен. отд., стр. 771.



Из приведенных данных видно, что от момента рождения и до 2 лет основной обмен быстро увеличивается, как бы делает скачок, а затем менее быстро уменьшается с 3 лет. При дальнейшем росте и развитии ребенка основной обмен очень ме-

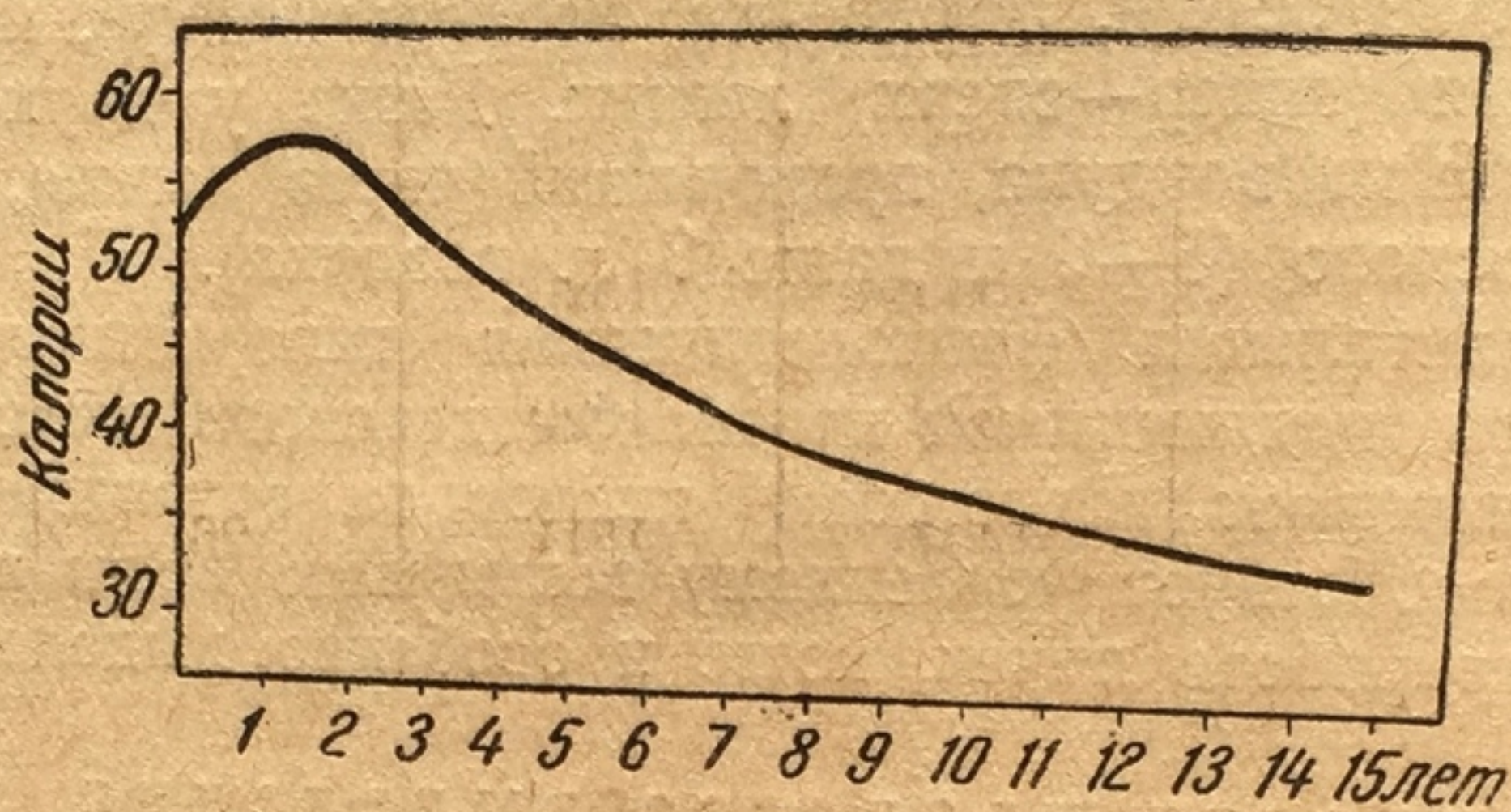


Рис. 4. Изменение с возрастом величины основного обмена

ленно понижается до цифры вдвое меньшей, чем при рождении.

Максимум основного обмена падает на 2-летний возраст, на тот возраст, когда ребенок начинает говорить и быстро бегать, когда заканчивается рост молочных зубов. Странно, что к этому времени количество гемоглобина в крови, наоборот, падает (см. главу «Кровь»). Такое противоречие требует дальнейших исследований. В период полового созревания основной обмен временно увеличивается.

Вышеприведенная кривая зависимости величины основного обмена от возраста была ограничена 15 годами. Дальше дается таблица для возраста от 15 лет до 74 лет.

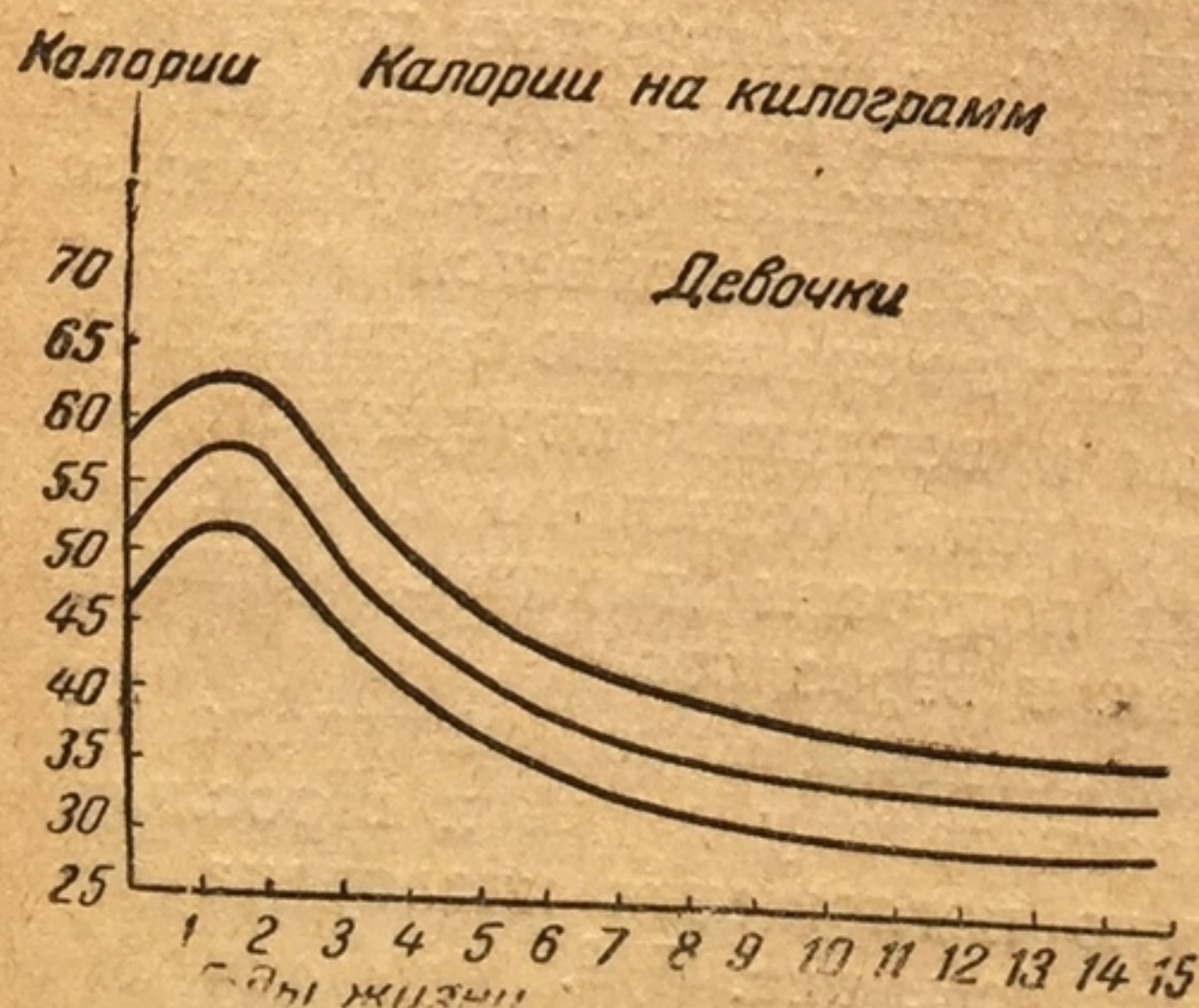


Рис. 5. Изменение величины основного обмена с возрастом у девочек. Даны максимальные, средние и минимальные величины

Таблица ясно показывает, что основной обмен (выраженный в калориях) падает с возрастом, особенно к старости (табл. на стр. 21).

У девочек основной обмен ниже, чем у мальчиков (рис. 5).

Измерить основной обмен у человеческого зародыша и плода отдельно от основного обмена матери не представляется возможным. Но, определяя основной обмен у беременной женщины в различные сроки, можно судить о постепенном увеличении потребности кислорода у зародыша и особенно



**Изменения величины основного обмена с возрастом  
(по Лаббэ и Стевенин)**

Возраст	Полная тепловая продукция (в кал.)		Продукция теплоты на 1 кг. веса	
	Ж	М	Ж	М
15 до 19 лет . . . .	1371	1753	26	27
25 " 29 " . . . .	1335	1590	25	26
35 " 39 " . . . .	1322	1520	24	23
40 " 44 " . . . .	1427	1511	26	22
55 " 59 " . . . .	1290	1373	19	24
65 " 69 " . . . .	1150	1541	20	21
70 " 74 " . . . .	1253	—	21	—

плода в соответствии с его развитием.

Беременная мать дышит не только для себя, но и для организма своего ребенка. Основной обмен у матери по мере роста эмбриона постепенно возрастает. Так, на 34-й неделе беременности основной обмен повышается на 26% (по сравнению с процентом обмена до беременности); на 38-й неделе — на 33% и на 39-й неделе — на 35%. Но после родов основной обмен быстро (через несколько дней) доходит до величины, имевшейся до беременности.

Поглощение  $O_2$  в абсолютных цифрах организмом беременной женщины возрастает следующим образом:

До беременности . . . . .	302 см. <sup>3</sup> в 1 мин.
3-й месяц беременности .	320 "
4-й " "	325 "
5-й " "	340 "
6-й " "	349 "
7-й " "	358 "
8-й " "	363 "
9-й " "	383 "

Лактация не изменяет поглощения кислорода. Вообще процесс выделения железами секрета не отражается на поглощении  $O_2$ .

<sup>1</sup> М. Лаббэ и А. Стевенин, Основной обмен. Госмедиздат, УССР, 1931, 66 стр.



У долголетних стариков наблюдается пониженный основной обмен, но это не ведет у них к ацидозу (повышенной кислотности) крови и накоплению недоокисленных продуктов обмена. «Весь обмен веществ и энергии у стариков от 90 до 135 лет проходит на более низком уровне, но это гармонирует с общим состоянием всего организма». Приводим несколько примеров из работы Туровец и Правдиной (1940 г.)<sup>1</sup>:

Возраст	Вес	Рост	Лит- раж в 1 мин.	CO <sub>2</sub> в 1 мин.	O <sub>2</sub> в 1 мин.	Д. К.	Кало- раж в сутки	Калор. на 1 м. <sup>2</sup> в 1 час
95—100	55	164	6,7	160 см. <sup>3</sup>	174	0,92	1200	31,4
110—115	58	166	5,4	119 „	140	0,84	960	24,5
125—127	59	165	7,3	178 „	197	0,94	1360	34,6
130—135	58	163	5,5	121 „	154	0,79	1032	26,7

Приведенные выше данные по изменению основного обмена с возрастом представляют средние цифры из наблюдений над различными людьми. Интересно поэтому проверить это положение над одним человеком.

Основной обмен и его изменения в течение 50 лет у одного и того же человека<sup>2</sup>. Наблюдения основного обмена и его изменений с возрастом обычно проводятся над различными людьми. У одного и того же человека на протяжении долгих лет измерения обмена производились очень редко. Одно из таких измерений проведено над человеком в первый раз, когда ему было 26 лет и второй раз, когда ему исполнилось 76 лет. По полученным данным поглощение кислоты — с 192 см.<sup>3</sup> до 158 см.<sup>3</sup>. Падение расхода в калориях на 1 м.<sup>2</sup> поверхности тела в 1 час выразилось в 17%, т. е. с 38 снизилось до 31. У других испытуемых с 41 г. жизни до 70 лет расход энергии в калориях на 1 кв. м. в 1 час уменьшился с 33,6 до 30,2.

Таким образом и измерения над одним и тем же человеком выявляют ту же закономерность — понижение основного обмена с возрастом.

Физиологические явления при недостатке кислорода у детей и взрослых. Недостаток кислоро-

<sup>1</sup> И. М. Туровец и Л. И. Правдина. О некоторых особенностях обмена веществ у стариков. Сб. «Старость», 1940, Киев, изд. Академии наук УССР.

<sup>2</sup> Magnus Levy. Basal Metabolism in the same person an interval of fifty years. Journal of American Mediz. Association, 1942, V. 118, № 116, 1369 p.



да в воздухе, которым дышит человек, вызывает в его организме ряд физиологических изменений, переходящих в патологические при нарастающем уменьшении количества кислорода в воздухе. При подъеме на высокие горы на аэростатах и самолетах человек переходит во все более разряженные слои воздуха с соответственно уменьшающимся содержанием кислорода. На высоте в  $2\frac{1}{2}$ —3 км. некоторые люди уже чувствуют себя плохо, у них наступает «горная, или высотная» болезнь, выражающаяся в головных болях, тошноте, сильной мышечной слабости. Физически крепкие, занимающиеся физкультурой люди испытывают подобную временную болезнь значительно выше, именно на высоте в 5—6 км. Но в конце концов у всех людей по мере подъема на высоту наступает тяжелое состояние, такая мышечная слабость, что человек не может двинуть рук. Перед наступлением чувства безразличия, апатии и, наконец, полной потери сознания появляется очень интересная стадия сильного возбуждения, так называемая «эйфория». Человек начинает кричать, смеяться, петь, не сознавая происходящей с ним перемены. Взрослый человек, например, начинает писать вместо своей фамилии ряд палочек, летчик снимает на одну фотографическую пластинку тридцать снимков, не давая себе отчета в бессмысленности своего поведения. При уменьшенном давлении кислорода человек не ответствен за свои поступки.

Чтобы лучше наблюдать за влиянием на организм человека уменьшенного содержания кислорода, построены особые барокамеры—комнаты с металлическими стенками, непроницаемыми для воздуха. Выкачивая насосом воздух из барокамеры, получают желаемое разрежение воздуха, соответствующее определенной высоте при подъеме на самолете. В таких условиях можно делать химические анализы выдыхаемого воздуха, изменение состава крови, мочи и даже спинно-мозговой жидкости. Необходимо только отметить, что подача чистого кислорода поразительно быстро восстанавливает нормальное состояние человека<sup>1</sup>.

При все более распространяющемся воздушном пассажирском транспорте встает вопрос о допустимости перевозки на самолетах грудных детей, подростков и юношей. Этот практический вопрос поднимает и теоретически важную проблему возрастной физиологии. Какой возраст наиболее чувствителен к недостатку кислорода и какой наиболее устойчив и невосприимчив? В 1938 г. комиссия по авиамедицине при Ученом совете Наркомздрава СССР, учитывая литературные данные и лабо-

<sup>1</sup> Н. М. Дедюлин, Кислотно-щелочное равновесие и дыхательные функции крови человека в условиях разреженной атмосферы, 1945. Изд. НКЗдрав, М., 68 стр.



раторные опыты советских ученых, нашла, что нет никаких противопоказаний к перевозке грудных детей в открытых самолетах на высоте до 3000 м.; необходимо только принять меры к защите грудных детей от действия ветра и холода. В связи с особенностями детского организма стоит и вопрос об особых противогазах для детей различного возраста. В противогазах различной конструкции главным недостатком является сопротивление вдоху и выдоху, которое тем труднее преодолевается, чем меньше возраст ребенка. Розанова (из лаборатории Аршавского)<sup>1</sup> нашла, что щенки в первые дни жизни, в отличие от взрослых собак, не способны преодолевать сопротивление в противогазе выше 140—150 мм. водяного столба, но способны преодолевать малые и средние величины сопротивления. Замечательно, что новорожденные крысы и мышата часами выживают в светильном газе, не поглощая кислорода, за счет энергии, выделяемой при распаде гликогена (животного крахмала).

Юноши 16—18 лет чувствительны к недостатку кислорода. Специальные опыты Парфеновой над крысами и мышами в барокамере показали, что взрослые крысы и мыши с трудом переносят понижение барометрического давления ниже 100 мм. ртутн., новорожденные же выносят разрежение до долей миллиметра, но только до момента прозревания, после чего их выносливость быстро падает; у новорожденных нет также клонических судорог, как у взрослых.

Апноэ плода. Плод, находясь внутри матери, снабжается  $O_2$  через плаценту и дыхательный центр его не действует, хотя (в последние 2 мес. беременности) уже вполне сформирован. При рождении связь плода с матерью нарушается, и у плода быстро нарастает содержание  $CO_2$  в крови. Если роды затягиваются, то вдох происходит раньше появления головы на свет, и ребенок задыхается от околоплодной жидкости.

Асфиксия (задушение) встречается у ребенка сейчас же после рождения. Ребенок жив и сердце у него работает, но дыхания нет или оно очень слабо и неправильно. Врожденная асфиксия происходит от полного или частичного прекращения притока  $O_2$ , вследствие закупорки дыхательных путей или падения возбудимости дыхательного центра. Легкая и тяжелая формы асфиксии могут быть врожденными и приобретенными (от заболевания нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной систем) и лечатся вдуванием кислорода, искусственным дыханием и возбуждающими средствами. Недоношенные младенцы дышат с участием в движении конечностей. При каждом вдохе возникает деятельность всего тела, и начинают работать все мышцы (по Орбели)<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> И. А. Аршавский, Физиологические основы противохимической защиты детей, 1945, НКЗдрав, Москва—Свердловск, 68 стр.

<sup>2</sup> Л. А. Орбели, Лекции по физиологии нервной системы, изд. 2-е.

Ядовитое де  
зов. Лечение дыха  
стрые и положитель  
сердечной деятельн  
больные помещаю  
палаты с увеличен  
стым кислородом  
результатами произ  
рин «Дарница» око

Но кислород бе  
ходит быстрая смер  
центрации влечет  
зависит от количе  
стого кислорода с  
припадки, воспали  
ясно осуществляет  
качество.

Азот при обы  
газ, не участвующ  
бы разбавителем  
опыты, азот при д  
ское действие (оп  
ственной деятель  
провал памяти), т  
при недостатке к

Редкие газы  
шом давлении  
(Н. В. Лазарев,

Прикладовит  
ного атмосферно  
денных (до возр  
имеются тониче

Так, мыши  
кислороде при  
дорог. В возра  
повышена, а у  
дается та же  
ных.

Интересно  
ствительны к

<sup>1</sup> Л. А. Ор  
К. А. Павло  
азота и гелия  
но-м



Ядовитое действие кислорода и других газов. Лечение вдыханием чистого или 50% кислорода дает быстрые и положительные результаты, особенно при ослаблении сердечной деятельности, при туберкулезе. В США некоторые больные помещаются для длительного пребывания в особые палаты с увеличенным содержанием кислорода. Лечение чистым кислородом туберкулезных больных с благоприятными результатами производилось Ефимовым в Москве и в санатории «Дарница» около Киева.

Но кислород, без достаточного количества которого происходит быстрая смерть животных и человека, в увеличенной концентрации влечет за собой также заболевания и смерть. Все зависит от количества этого «газа жизни». При давлении чистого кислорода сверх 3 атмосфер появляются судорожные припадки, воспаление легких и даже смерть<sup>1</sup>. Здесь особенно ясно осуществляется закон диалектики: переход количества в качество.

Азот при обычных условиях его вдыхания как инертный газ, не участвующий в физиологических процессах, служит как бы разбавителем для кислорода. Но, как показали последние опыты, азот при давлении в 4 атмосферы производит наркотическое действие (опьянение, болтливость, смех, расстройство умственной деятельности и координации мышечных движений, провал памяти), т. е. те реакции, которые отчасти наблюдаются при недостатке кислорода.

Редкие газы (гелий, аргон, ксенон, неон, криптон) при большом давлении также производят наркотическое действие (Н. В. Лазарев, 1941 г.)<sup>2</sup>.

Прикладовицкий нашел, что у взрослых мышей от повышенного атмосферного давления наступают судороги, а у новорожденных (до возраста 11 дней) таких судорог не замечается, но имеются тонические судороги спинномозгового происхождения.

Так, мыши 12 дней от рождения могут находиться 2 часа в кислороде при 8 атмосферах давления, не давая явлений судорог. В возрасте от 12 до 22 дней чувствительность уже повышена, а у животных—после 22 дней от рождения наблюдается та же токсичность кислорода, как и у взрослых животных.

Интересно отметить, что беременные самки особенно чувствительны к повышенному давлению кислорода.

<sup>1</sup> Л. А. Орбели, М. П. Бресткин, Б. Д. Кравчинский, К. А. Павловский и С. П. Шистовский. Токсическое действие азота и гелия на животных при повышенном атмосферном давлении. Военно-Медицинский сборник, I, 1944, Академия наук СССР.

<sup>2</sup> Н. В. Лазарев, Биологическое действие газов под давлением. 1941, Л., 218 стр.







2-й тип окисления—это отдача веществом водорода. По этой теории, высказанной в 1909 г. Палладиным и развитой в 1912 г. Виландом, всякое вещество, отдающее водород, само окисляется, а то вещество, которое получает этот водород, восстанавливается. Не может быть одного окисления или восстановления, всегда окисление происходит за счет восстановления и наоборот.

3-й тип окисления наиболее общеизвестен—это прямое соединение вещества с кислородом. Например,  $\text{CO} + \frac{1}{2}\text{O}_2 = \text{CO}_2$ . Этот тип окисления был открыт очень давно, другие же типы окисления открыты позднее и поэтому менее известны.

4-й тип окисления состоит в принятии веществом воды, но весьма сложным образом. В результате этого типа дыхания кислород идет только на химическое изменение окислительных ферментов—оксидаз. Внутриклеточное дыхание является той областью, в которой особенно много встает вопросов, трудно разрешимых современной методикой. Роль кислорода окончательно не выяснена, особенно для жизни нервных клеток серого вещества больших полушарий головного мозга.

Вторая роль дыхания в организме человека. Кроме основной роли органов дыхания—транспорта кислорода из внешней среды (воздуха) в кровь, у них имеется и другая значительная задача. Ритмическая смена вдоха на выдох производит большое действие на все внутренние органы нашего тела. Опускание и подъем диафрагмы массируют кишечно-желудочный тракт, то надавливая на него, то освобождая (при выдохе) желудок и кишки от этого давления. Если дыхание глубоко, то действие такого массажа усиливается. При запорах глубокое дыхание с напряжением брюшных мышц быстро освобождает кишки от фекальных масс. В грудной полости, расширяясь и сжимаясь, легкие производят массирующее действие на сердце, помогая не только присасыванию сердцем крови из вен, но и коронарному кровообращению сердца (коронарные сосуды разветвляются в стенках самого сердца).

Но, кроме того, ритм дыхания производит воздействие на организм человека и через нервную систему<sup>1</sup>.

У детей наблюдается так называемая дыхательная аритмия<sup>2</sup>, заключающаяся в том, что число ударов пульса увеличивается при вдохе и уменьшается при выдохе и дыхательной паузе. Дыхательная аритмия встречается у нормальных детей, особенно в период полового созревания; у взрослых такое влияние дыхания на частоту сокращения сердца также легко наблю-

<sup>1</sup> М. С. Маслов, Аритмия у детей. Из учебника детских болезней, Медгиз, стр. 287.

<sup>2</sup> Б. Д. Кравчинский, Автоматизм и рефлекс в деятельности дыхательного центра у позвоночных животных. Успехи современной биологии, 1945, т. XIX, вып. 3, 291—315 стр.



дается, но разница в количестве ударов пульса у них меньше, чем у детей.

Ритм дыхания изменяет ясно ритмически, хотя и в небольшой степени, кровяное давление, капиллярное кровообращение (Нестеров). В последнее время Фарфель и независимо от него Ефимов и Мершиков нашли, производя опыты над студентами, что сила мышц рук увеличивается при выдохе и задержке дыхания и уменьшается при вдохе; у некоторых испытуемых изменение было в пределах 5 кг.

В 1945 г. Верхутина и Ефимов установили, что различный ритм дыхания различно влияет на световую и электрическую чувствительность глаза, значительно изменяя их.

Для педагогики особенно важно отметить влияние смены вдоха и выдоха на умственную работу человека. Всякий человек может наблюдать на других людях и на себе задержку, остановку дыхания при внимательном прислушивании, напряжении внимания. Внимание усиливается при выдохе и остановке дыхания и ослабляется, рассеивается при вдохе.

При учащенном дыхании (полипноэ) человек не может сосредоточенно думать и должен дожидаться успокоения дыхания. Правильное ритмическое дыхание, наоборот, помогает обдумыванию сложных задач. Чем моложе ребенок, тем чаще он дышит. Это, возможно, производит некоторое влияние на его способность сосредоточивать внимание на излагаемом учителем материале. Физиолог Смирнов считает, что дыхательный центр заряжает организм человека энергией и управляет работой других нервных центров.

Иногда слабая успеваемость ученика может зависеть от аденоидов—разражений—в носовом проходе у ребенка и подрастающего. После удаления аденоидов способности ребенка иногда поразительным образом восстанавливаются; невнимательность, плохая память, низкое осмысление сменяются нормальной учебной работой (Сычев и Борисов наблюдали у 65% учащихся улучшение успеваемости)<sup>1</sup>. После удаления аденоидов прекращаются головные боли, недержание мочи, улучшается сон и исчезают кошмарные сновидения, а также исправляется речь, становится более разборчивой. Конечно, дыхание помогает только проявлению способностей ребенка, а не их усилению или появлению.

В заключение сделаем ряд практических выводов. Для организма ребенка особенно необходимо достаточное количество чистого кислорода, так как ребенок поглощает последний в относительно большем количестве, чем взрослый человек (если подсчитать количество поглощенного кислорода на 1 кг. веса тела). Поэтому вентиляция школьных и дошкольных поме-

<sup>1</sup> К. П. Сычев и И. П. Борисов, К вопросу о связи между аденоидами, школьной неуспешностью и нервной системой ребенка. Труды IV съезда детских врачей. М., 1927, 572—574 стр.



щений должна быть технически совершенной. Плохая вентиляция как дома, так и в школе неблагоприятно отражается на развитии растущего и непрерывно развивающегося организма ребенка. Занятия и игры на воздухе (для ослабленных детей — лесные школы), воздушные ванны способствуют всестороннему развитию ребенка и закалке его организма от многих заболеваний.

Дыхательная ритмическая гимнастика ускоряет физическое развитие ребенка, помогает и его умственному развитию, так как дыхательный центр является регулятором деятельности других нервных центров. Для учащихся младших классов желательно ввести 1—2-минутные перерывы во время самого урока; в течение этой минуты ученики, сидя, положив руки на бедра, делают глубокие вдохи и выдохи под команду учителя.

---



## Глава II. КРОВЬ

Кровь как внутренняя среда организма. Кровь человеческого организма—наиболее сложная биологическая жидкость, которую мы только знаем. Кровь представляет в главной своей массе воду, в которой плавают форменные элементы: красные и белые кровяные тельца, эритроциты и лейкоциты, и вместе с ними кровяные пластинки, или тромбоциты. В воде крови растворены белки, жиры, сахар и соли: натрия, калия, кальция и магния. Один из белков, растворенных в крови,—фибрин играет особую роль в процессе свертывания крови.

Замечательным свойством крови является одновременная устойчивость постоянства ее состава и вместе с тем большая изменчивость всех ее частей—как форменных элементов, так и растворенных в ней веществ. Непрерывно изменяясь, кровь, вместе с тем, благодаря целой системе сложных физиологических регуляторов, сохраняет на некотором количественном уровне все входящие в ее состав элементы.

Так, количество эритроцитов в 1 мм.<sup>3</sup> крови человека, равное 4—5 млн., в незначительной степени меняется в течение суток и сезонов. Но сами эритроциты не остаются одними и теми же. Все эритроциты крови сменяются за 40 суток, а жизнь одного эритроцита приблизительно определяется в 25 суток. Величина эритроцитов изменяется в соответствии с возрастом. У новорожденного ребенка (по Сарагея)<sup>1</sup> эритроциты относительно велики, с возрастом они постепенно уменьшаются.

Кроветворные органы, в основном клетки костного мозга, находящегося в полостях трубчатых костей, производят непрерывно молодые формы эритроцитов, старые же эритроциты разрушаются в печени и других органах. Таким образом, существует динамическое подвижное равновесие между возникновением и убылью эритроцитов. То же самое относится к лейкоцитам, находящимся в крови в количестве 6000 в 1 мм.<sup>3</sup>. Что касается кровяных пластинок, то они меньше изучены, и количество их колеблется от 150 000 до 250 000. Эритроциты содержат внутри так называемый кровяной пигмент—гемоглобин,

<sup>1</sup> Sarages. Le diamètre des hématies de l'homme aux différents âges de la vie. Comptes rendus des sciences de la Société de Biologie, 1922, 86, 188.



представляющий собой соединение белка—глобина—с железом. Основное и чрезвычайно важное свойство гемоглобина — изумительно быстро как присоединять, так и отдавать кислород. Количество гемоглобина в крови почти постоянно для данного возраста человека и достаточно правильно характеризует его физическое здоровье. Содержание гемоглобина в крови зависит от количества эритроцитов, и обычно при уменьшении последних уменьшается и количество гемоглобина, но существуют и небольшие расхождения между ними, так как концентрация гемоглобина в каждом эритроците может в некоторых пределах изменяться.

Содержание белка и жира в крови может колебаться в довольно больших пределах. Но количество сахара, так называемый сахарный уровень или сахарное зеркало, удерживается в крови с удивительной точностью: от 80 до 100 мг. в 100 см.<sup>3</sup> крови. Так как количество крови у взрослого человека равно 4½—5 л., то, следовательно, во всем объеме крови человека находится всего только 5 г. сахара, между тем небольшие изменения в количестве сахара в крови свидетельствуют о больших изменениях в организме и его поведении. Понижение количества сахара в крови у некоторых животных сопровождается наступлением у них зимней спячки; впрыскивание сахара (глюкозы) в кровь прерывает их зимнюю спячку (Ольмсен). Повышенное содержание сахара в крови (до 200—300 мг.) свидетельствует о наступлении тяжелой изнурительной болезни — сахарного диабета. Особенно точно поддерживается количественное соотношение в крови солей натрия, кальция и магния. Кальция в крови взрослого человека всего только 10—12 мгр. в 100 см.<sup>3</sup> крови, но понижение этого количества до 4—5 мгр. ведет к общим судорогам мышц и даже к смерти. Без кальция кровь теряет свое свойство свертываться, что при ранении может привести к смерти.

Кровь у теплокровных животных и человека имеет постоянную температуру; в крупных артериях температура тела у взрослого человека и ребенка правильно изменяется в течение суток, но в небольших пределах: от 36,6 до 37°. Уже небольшое повышение температуры свидетельствует о заболевании, а понижение ее сопровождается общим чувством слабости. Кровь постоянно нагревается главным образом в печени и мышцах (особенно при мышечных сокращениях) и охлаждается в коже. Соотношение этого нагревания и охлаждения и дает постоянство температуры тела. Сдвиги в составе и свойствах крови и действия ее на центральную нервную систему иллюстрируются следующей таблицей (по Баркрофту, стр. 32).

Таблица показывает, какое первостепенное значение имеет состав внутренней среды (крови) для правильной работы нервных клеток центральной нервной системы и самочувствия человека, особенно поведения ребенка.



# Действие значительных изменений в крови на нервную систему человека

Кровь	Недостаток	Избыток
1. Температура . . . . .	Неподвижность	Бред
2. Кислород . . . . .	Бессознательное состояние	При давлении 3—4 атмосфер воспаление легких и смерть
3. Активная реакция крови, концентрация водородных ионов . . . . .	Головная боль	Кома
4. Глюкоза (сахар) . . . . .	Нервность. Чувство предобморочного состояния. Голод	—
5. Вода . . . . .	Слабость. Жажда	Головная боль. Тошнота, головокружение. Потеря точности движений. Слабость
6. Натрий . . . . .	Лихорадка	Повышенная раздражимость. Слабость
7. Кальций . . . . .	Нервные подергивания Конвульсии	Апатия. Сонливость. Общая слабость мышц

При уменьшении в окружающей среде кислорода у многих людей наступает «высотная болезнь», выражающаяся в тошноте, слабости и головной боли. При дальнейшем увеличении недостатка кислорода человек может прийти в состояние полного равнодушия, апатии, в полусознательное состояние, ведущее к гибели.

Избыток или недостаток воды в организме также вызывает болезненные ощущения (см. таблицу). Деятельность нервной системы проходит нормально только в довольно узких пределах изменения состава крови; все же резкие сдвиги ведут к сильным страданиям и затем к гибели организма. Нервная система особенно чувствительна к этим изменениям и сигнализирует о них достаточно быстро и сильно болезненными ощущениями, вызывая соответствующее поведение животного (например, поиски воды при жажде или стремление к соленой пище при недостатке натрия в крови). Ребенок при таких ощущениях раздражается громким плачем, часто приводя в отчаяние своих родителей и даже врача, не могущего быстро определить физиологическую причину плача.

Ребенок при недостатке в организме кальция инстинктивно начинает кушать уголь, золу и известку, отрывая ее от шту-

катушки стены к уже  
лей кальция прекра  
Постоянство тем  
лакровных животны  
ство в борьбе за с  
матах и бытовых у  
кровью находятся  
окружающей сред  
ную спячку, прев  
мер, лягушка), жи  
пературу крови, а  
не зависит в сво  
Человек может ж  
нах без изменени  
полную физическ  
Постоянство  
ного поглощения  
го на окисление  
в организм. Про  
в легких зависит  
ства в них гемо  
Постоянный  
всех клеток тела  
Морская медуза  
недостатка соли  
стоянным соста  
го состава вне  
Человек час  
ест капусту и м  
молочный суп  
му химическом  
шому количест  
мов (или, как  
быстро выравн  
постоянства.  
Таким обр  
в соприкоснов  
Отсюда яс  
как внутренне  
условие свобо  
Ритм ж  
ные, сезон  
жение в к  
кровь как не  
ствам жидко  
дочные, случ  
Без этих сд  
разви



катурки стены к ужасу своей матери. Прибавление к пище солей кальция прекращает такое поведение ребенка.

Постоянство температуры и составных частей крови у теплокровных животных и человека дает им большое преимущество в борьбе за существование, позволяя жить в различных климатах и бытовых условиях. В то время как животные с холодной кровью находятся в полной зависимости от температуры окружающей среды (земли, воды и воздуха) и впадая в зимнюю спячку, превращаются в полузамерзший кусок (например, лягушка), животное теплокровное, имея постоянную температуру крови, а следовательно, и всех органов своего тела, не зависит в своей жизнедеятельности от температуры среды. Человек может жить на дальнем Севере и в тропических странах без изменения температуры тела и сохраняя почти везде полную физическую и умственную деятельность.

Постоянство нагревания крови и тела зависит от непрерывного поглощения кровью и тканями кислорода воздуха, идущего на окисление жиров, белков и углеводов, вводимых с пищей в организм. Процесс поглощения кислорода из воздуха кровью в легких зависит в свою очередь от числа эритроцитов, количества в них гемоглобина и т. д.

Постоянный химический состав крови обуславливает для всех клеток тела постоянство той среды, в которой они живут. Морская медуза, попадая в пресную воду реки, погибает от недостатка соли, а жизнь теплокровного животного с своим постоянным составом крови не зависит от колебания химического состава внешней среды.

Человек часто меняет пищевые продукты: один день он ест капусту и мясо, другой—соленую рыбу, а на третий день—молочный суп и творожки; все продукты—различны по своему химическому составу, а между тем, кровь, благодаря большому количеству имеющихся в теле физиологических механизмов (или, как их называют физиологи, регуляторов), быстро выравнивает свой состав и остается в границах своего постоянства.

Таким образом клетки тканей организма человека входят в соприкосновение с почти постоянной средой, питающей их.

Отсюда ясно то значительное и важное определение крови, как внутренней среды клеток, постоянство состава которой есть условие свободы передвижения теплокровных животных.

Ритм жизни организма; суточные, месячные, сезонные и возрастные периоды и их отражение в крови. Было бы большой ошибкой представлять кровь как неизменную, абсолютно устойчивую по своим свойствам жидкость. В крови происходят изменения, но не беспорядочные, случайные, а закономерно совершающиеся во времени. Без этих сдвигов в определенную сторону организм не мог бы развиваться. Эти сдвиги, изменения наблюдаются в определен-



ные периоды жизни животного организма. Так, известно, что температура тела то повышается, то понижается в течение суток (понижается к ночи и утру и повышается к вечеру). Эти понижения и повышения температуры незначительны (в пределах меньше полградуса), но они очень правильны и повторяются изо дня в день у всех здоровых людей.

Суточные изменения замечены также и в количестве гемоглобина.

Весьма возможно, что и другие составные части крови претерпевают незначительные, но правильные количественные и качественные изменения в течение суток, но наблюдений в этом направлении сделано еще очень мало.

Особенно важно было бы установить существование таких суточных колебаний в составе крови у детей и подростков различных возрастов; у них можно ожидать более значительных изменений, чем у взрослых и стариков.

Кроме суточных изменений, резко заметны сдвиги в крови в четыре сезона года, так как на тело ребенка мощно действует и тепло и холод, солнечный свет и особенно перемена в пище. Летом, благодаря обилию ягод и осенью овощей, содержащих много витаминов и минеральных солей, химический состав летней крови немного, но все-таки отличается от зимней крови. Это сказывается зимой на восприимчивости организма ребенка к различным заболеваниям. О ритмах жизнедеятельности детей различного возраста более подробно будет изложено во втором томе возрастной физиологии, в настоящей же главе **остановимся** **главным образом** на возрастных изменениях в свойствах и составе крови.

Возрастные изменения крови. Удельный вес крови у взрослого мужчины 1055—1060, а у женщины несколько меньше—1050—1056, хотя сыворотка женщины тяжелее сыворотки мужчины; у новорожденного ребенка удельный вес крови высокий, доходит до 1066.

Самое количество крови изменяется с возрастом в сторону уменьшения.

Так:

Новорожденный . . . . .	15%	от веса тела
1 год . . . . .	11%	” ” ”
14 лет . . . . .	9%	” ” ”
Взрослый . . . . .	8%	” ” ”

Различные форменные элементы крови с возрастом изменяются количественно. Количество эритроцитов с момента рождения уменьшается к 2—3 годам жизни ребенка с 6 до 4,7 млн., затем в 5—6 лет это количество слегка увеличивается, чтобы снова несколько снизиться через 1—2 года.

[illegible]



Форменные элементы крови у детей различного возраста (по Маслову)

Возраст	Эритроциты (в миллио- нах)	Гемоглобин (в процен- тах)	Лейкоциты (в тысячах)	Нейтрофи- лы в %	Лимфоциты в %	Моноциты в %	Эозинофи- лы в %	Базофилы в %
Новорожденный 1 день . . . . .	6,1—6,6	110—140	16—22	64—68	20—24	8—9,5	1,5—3	0,25—0,75
5 дней . . . . .	5,5	110	11	44,5	40,5	11,5	3	0
10 „ . . . . .	4,8	109	11	33,3	51	12	3	0,5
Грудной 1 мес. . . . .	4,5	88	11,6	26	60	10	2,5	0,5
6 „ . . . . .	4,2	78	10,9	25	60	10,5	1	0,5
12 „ . . . . .	4,6	76	10,5	32	54,5	11,5	1,5	0,5
Ребенок 2—3 лет . . . . .	4,7	78	11	36,5	51,5	10	1,5	0,5
5—6 „ . . . . .	5,0	82	8,8	43,5	46	10	0,5	0,55
8—9 „ . . . . .	4,8	81	9,8	49,5	39,5	8,5	2	0,5
14—15 „ . . . . .	4,9	86	7,6	60,5	28,6	9	2	0,5
Взрослый . . . . .	4,5—5	85	8,5	62—72	21—35	4—8	2—4	—



Дальнейшие возрастные изменения эритроцитов очень незначительны. Таким образом число эритроцитов имеет два максимума: один—в начале жизни, а другой—к 5—6 годам. Колебания количества гемоглобина идут в том же направлении, но второй максимум сдвигается к взрослому состоянию.

Разнообразные белые кровяные тельца, объединяемые общим названием лейкоцитов, имеют в момент рождения первый максимум, что совпадает с количественными изменениями эритроцитов и гемоглобина. У ребенка, по мере его роста и развития, наблюдается то небольшое снижение, то повышение лейкоцитов с максимумом к 8—9 годам. Белые кровяные тельца различаются по своему отношению к окрашивающим их краскам. Так, тельца, окрашиваемые особенно хорошо кислой краской—эозином, названы эозинофилами; другие же, прокрашиваемые основными (базальными) красками,—базофилами и, наконец, нейтрофилы окрашиваются нейтральными растворами красок. Кроме того, различают их форму и особенно форму ядра. Нейтрофилы с рождения до 6-месячного возраста постепенно уменьшаются в количестве, после чего число их начинает опять возрастать и у взрослых они имеются в том же числе, которое имелось при их рождении. Лимфоциты, наоборот, имеют два минимума—один при рождении, другой—во взрослом состоянии. Моноциты и базофилы в количественном отношении мало изменяются с возрастом (табл. на стр. 35).

Кроветворение у д  
легким истощением кр  
с возвращением к кро  
дражений же костного  
содержащие ядра.

Красный мозг запос  
но по мере роста его з  
остается только в пло  
ных же трубчатых ко  
мозг; например, бедра  
мозг только в верхних  
опять превратиться в  
ные процессы.

Интересно, что у ж  
кости во время спячки  
дении последний замоч  
Возр

Возрастная ск...  
гов. Если взять крове...  
прибавив к ней веще...  
то уже через час мож...  
ной трубочке), что вер...  
окраску, так как эри...  
оседать в плазме кро...  
сит в основном от тр...  
поверхностной пленки...  
белков и особенно пр...  
эритроцитов. Так уск...  
туберкулезе и других...  
вышающую у мужчин...  
считают уже признако...  
Б... силь

Ретикулоцитами называют те эритроциты, которые при окраске особой краской (бриллиант-крезильблау) дают тонкую синюю сеточку. В нормальной крови взрослых находят 0,1—0,8% ретикулоцитов. У детей, в первые дни жизни, количество их доходит до 10%, но затем падает до 5%. Ретикулоциты представляют собой молодые, еще незрелые, эритроциты; появление их в крови указывает на усиленную работу костного мозга. У стариков Абхазии в возрасте от 90 до 135 лет в большинстве случаев количество ретикулоцитов понижено, иногда даже до 2—4 тыс., хотя встречаются старики (108 лет) с 36 тыс. ретикулоцитов в 1 мм.<sup>3</sup> крови.

В крови содержится до 25—30% лимфоцитов, а иногда до 40% в крови взрослых. У новорожденных (несколько дней) их больше 50%. Так, при 13 000 лейкоцитов может быть 7000—8000 лимфоцитов; у детей до 10 лет—40—70% при 7000—9000 лейкоцитов. У детей при коклюше наблюдается резкое увели-

<sup>1</sup> Н. Д. Юдина, Характеристика морфологического состава крови при физиологическом старении. Сборник «Старость», 1940, Киев.



чение — до 20 000 лейкоцитов с 60% лимфоцитов. В глубокой старости количество лимфоцитов понижается на 24%.

Тромбоциты, иначе называемые кровяными пластинками, находятся в крови взрослых людей в количестве 150—250 тыс., у детей всех возрастов—200—300 тыс. Тромбоциты образуются в костном мозге и периодически увеличиваются на 20—40% во время менструаций. К старости количество тромбоцитов уменьшается.

Кроветворные органы у детей и взрослых. Все кровяные тельца непрерывно сменяются; старые разрушаются в печени, селезенке, а на их место появляются молодые, юные кровяные клетки из кроветворных органов.

Кроветворение у детей характеризуется в раннем возрасте легким истощением кроветворной деятельности костного мозга с возвращением к кроветворению в печени, селезенке; при раздражении же костного мозга в крови появляются эритроциты, содержащие ядра.

Красный мозг заполняет все кости при рождении ребенка, но по мере роста его заменяется желтым мозгом. Красный мозг остается только в плоских и коротких частях черепа, в длинных же трубчатых костях конечностей имеется только желтый мозг; например, бедренная и плечевая кости имеют красный мозг только в верхних своих частях. Но желтый мозг может опять превратиться в красный, когда усиливаются регенеративные процессы.

Интересно, что у животных, впадающих в зимнюю спячку, кости во время спячки содержат желтый мозг, а при пробуждении последний заменяется красным мозгом.

Возрастная скорость оседания эритроцитов. Если взять кровь в стеклянную трубочку, предварительно прибавив к ней вещество, предотвращающее ее свертывание, то уже через час можно заметить (в вертикально поставленной трубочке), что верхний край крови потерял свою красную окраску, так как эритроциты под действием тяжести начали оседать в плазме крови. Скорость оседания эритроцитов зависит в основном от трения их о молекулы плазмы и от заряда поверхностной пленки эритроцитов, а также от заряда белковых молекул, плавающих в плазме. Появление в плазме крови белков и особенно продуктов их распада ускоряет оседание эритроцитов. Так ускоряется оседание эритроцитов при раке, туберкулезе и других заболеваниях. Скорость оседания, превышающую у мужчин 9 мм., а у женщин—12 мм. в 1 час, считают уже признаком заболевания.

Беременность сильно ускоряет оседание эритроцитов. Так, при беременности скорость оседания эритроцитов в 1 час в мм:



На 1-м месяце беременности . . . . .	6 мм.
" 2 " " . . . . .	17,4 "
" 3 " " . . . . .	23,8 "
" 4 " " . . . . .	20,7 "
" 5 " " . . . . .	29,2 "
" 6 " " . . . . .	33,3 "
" 7 " " . . . . .	40,7 "
" 8 " " . . . . .	47,0 "

Оседание эритроцитов ускоряется также с 40-летнего возраста и в глубокой старости (90—115 лет) может достигнуть 60 мм. в час, что указывает на значительные изменения в белках крови. У новорожденных оседание эритроцитов замедлено и равно всего только 0,5—2 мм.

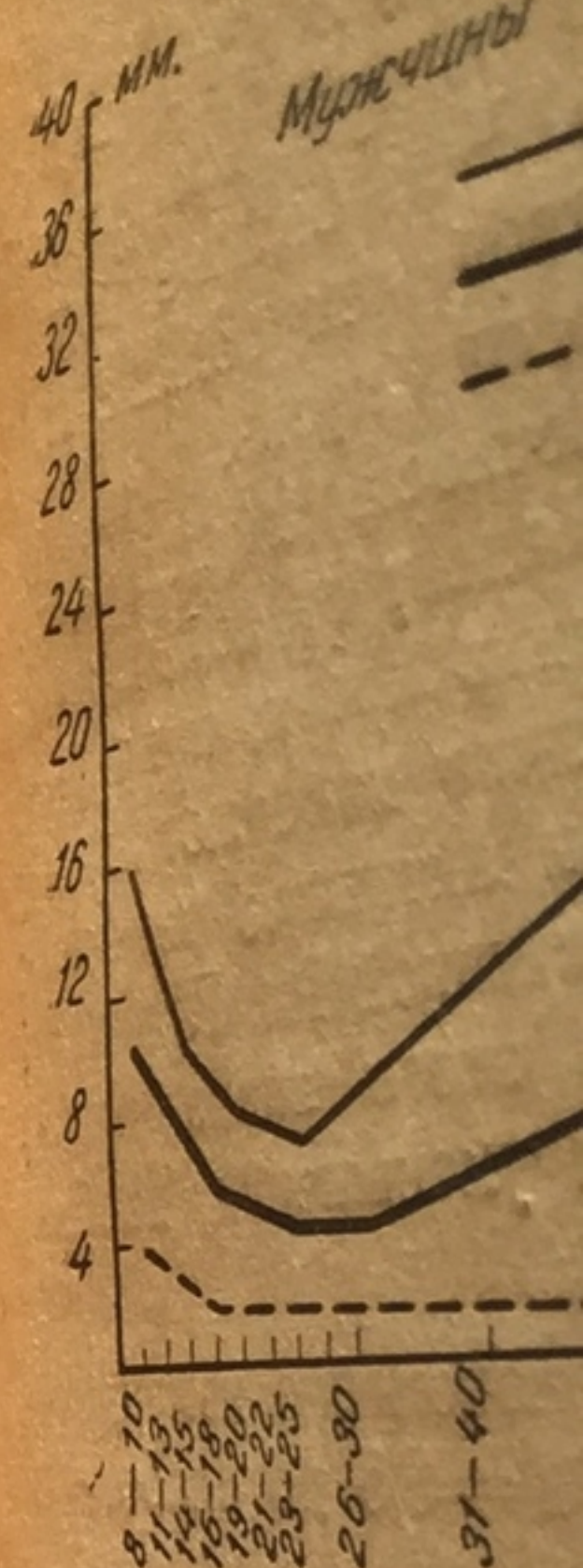
#### Измерение скорости оседания (медианы) эритроцитов

Возраст (в годах)	Скорость оседания (в мм.) за 1 час	
	мужск.	женск.
0—1	9,4	7,5
1—2	7,9	8,0
2—3	7,4	7,4
3—4	9,3	9,2
4—5	9,7	10,3
5—6	9,8	12,2
6—8	10,2	11,4
8—10	10,3	11,6
11—13	9	10
14—15	6,5	9,2
16—18	5,2	10
19—20	4,7	10,2
21—22	4	10,0
23—25	3,3	10,4
26—30	3,8	13,3
31—40	6	13,9
41—50	7,5	14,3
51—60	9,9	20,5
61	14,4	26 <sup>1</sup>

В 1941 г. Кумагаи, тщательно изучая скорость оседания эритроцитов у детей, взрослых и стариков, дал как средние цифры, так и нижнюю и верхнюю границы скорости их оседания (см. рис. 6).

Активная реакция крови и ее физиологическое значение. Кровь имеет слабо-щелочную реакцию у взрослого человека, и эта реакция чрезвычайно устойчиво под-

<sup>1</sup> Н. Kumagai, Normalwert d. Erythrozytensenkungsgeschwindigkeit der Säuglinge. The Tohoku journal V. 40, № 1, 1941, стр. 100—106.



держивается в крови и химических регуля... значительное количество минут кровь сделает... кровь примет свою...

Измене

Если человек продукты, то только... кровь слегка в кис... кровь ее кислотно... крови зависит от... ров» — химических... ными кислот...



Нормальная скорость оседания эритроцитов  
у людей различного возраста.  
по Акизуки и Хози



Рис. 6

держивается в крови благодаря целой системе физиологических и химических регуляторов. Если ввести в кровь живой собаки значительное количество соляной кислоты, то только в первые минуты кровь делается кислой, но уже через несколько минут кровь примет свою обычную слабо-щелочную реакцию.

Изменение активной реакции крови (Рн)  
с возрастом

Возраст	Рн
3 часа	5,5
8—10 мес.	6,1
17—18 „	7,3
30—40 лет	7,4
6 „	7,6

Если человек будет употреблять в пищу кислые пищевые продукты, то только через длительное время реакция крови сдвинется слегка в кислую сторону. Также при введении кислоты в кровь, ее кислотность не увеличивается. Устойчивость реакции крови зависит от нахождения в ней так называемых «буферов» — химических веществ, вступающих в реакцию с введенными кислотами. Кровь имеет так называемую «резервную ще-



лочность» в виде двууглекислой соды, которая нейтрализует введенную кислоту. Чем больше такой резервной щелочности в крови, тем лучше поддерживается реакция крови. По данным физической химии молекула воды, состоящая из 2 атомов водорода и 1 атома кислорода, распадается на 2 иона (заряженные частицы), один из которых будет водородным ионом  $H^+$ , а другой гидроксильным ионом ( $OH$ ). Чем больше водородных ионов в растворе, тем кислее раствор, чем больше гидроксильных ионов, тем щелочнее раствор или кровь.

Различают общую щелочность и кислотность и активную реакцию крови. Активная реакция крови зависит от количества свободных водородных ионов, находящихся в крови, и их соотношения с гидроксильными ионами. Обычно измеряют электрометрическим или индикаторным методом активную реакцию крови и других жидкостей, выражая ее величиной  $R_n$ . При нейтральной реакции  $R_n = 7$ , при увеличении этого знака реакция считается все более щелочной, а при уменьшении, наоборот, все более кислой.

С возрастом активная реакция крови закономерно изменяется в щелочную сторону—от слабокислой  $R_n = 5,5$  до слабощелочной, равной 7,6.

Эритроциты человека обладают очень малыми микроскопическими размерами. Так, диаметр одного эритроцита равен 7—8 микронам, а объем — 72 куб. микронам, но так как во всей крови человека (5 л.) их можно подсчитать 25—30 биллионов, то в сумме они представляют сравнительно большую поверхность в 3000 м.<sup>2</sup>. Самая форма эритроцита, представляющая двояковогнутый диск, также дает фигуру с наибольшей возможной поверхностью при данной массе. Поэтому кислород соприкасается в легких с громадной поверхностью эритроцитов и может быстро поглотиться гемоглобином, находящимся в эритроците.

Возрастные изменения количества и качества гемоглобина. Гемоглобин, представляющий собой красящее вещество крови (находящееся внутри эритроцитов и при нормальных условиях не выходящее из них), претерпевает также закономерные количественные и качественные сдвиги с возрастом.

Диаграмма возрастных количественных изменений гемоглобина у человека представлена на рис. 7.

Необходимо отметить, что гемоглобин с возрастом изменяется не только количественно, но и качественно.

Бринкман и Джонксис в 1935 г. нашли, что особый, так называемый утробный, тип гемоглобина существует до 6 месяцев, затем с 7-месячного возраста появляется щелочно-устойчивый гемоглобин, существующий до 3-летнего возраста. С этого возраста образуется уже «взрослый» гемоглобин.

Как показывае  
у людей различно  
бина имеется к п  
затем сначала б  
мум гемоглобина  
гемоглобина (77  
начинает повыша

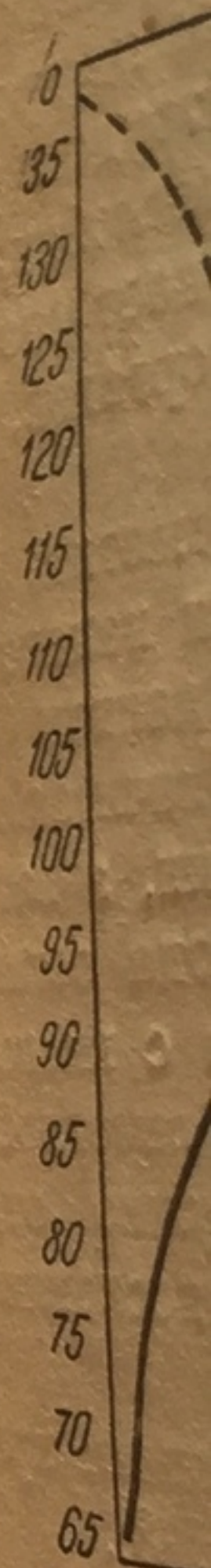


Рис. 7

Как известно  
в организме  
тем больше,  
мом. Но у  
ния кислоро  
когда колич  
рождения д  
быстро возр  
падает. Об  
но найти



Как показывает диаграмма (рис. 7) (количество гемоглобина у людей различного возраста), наибольшее количество гемоглобина имеется к первому дню после рождения ребенка (135%), затем сначала быстро, а впоследствии медленно, этот максимум гемоглобина снижается. К 2 годам наблюдается минимум гемоглобина (77%), после чего опять количество гемоглобина начинает повышаться, достигая 95%.

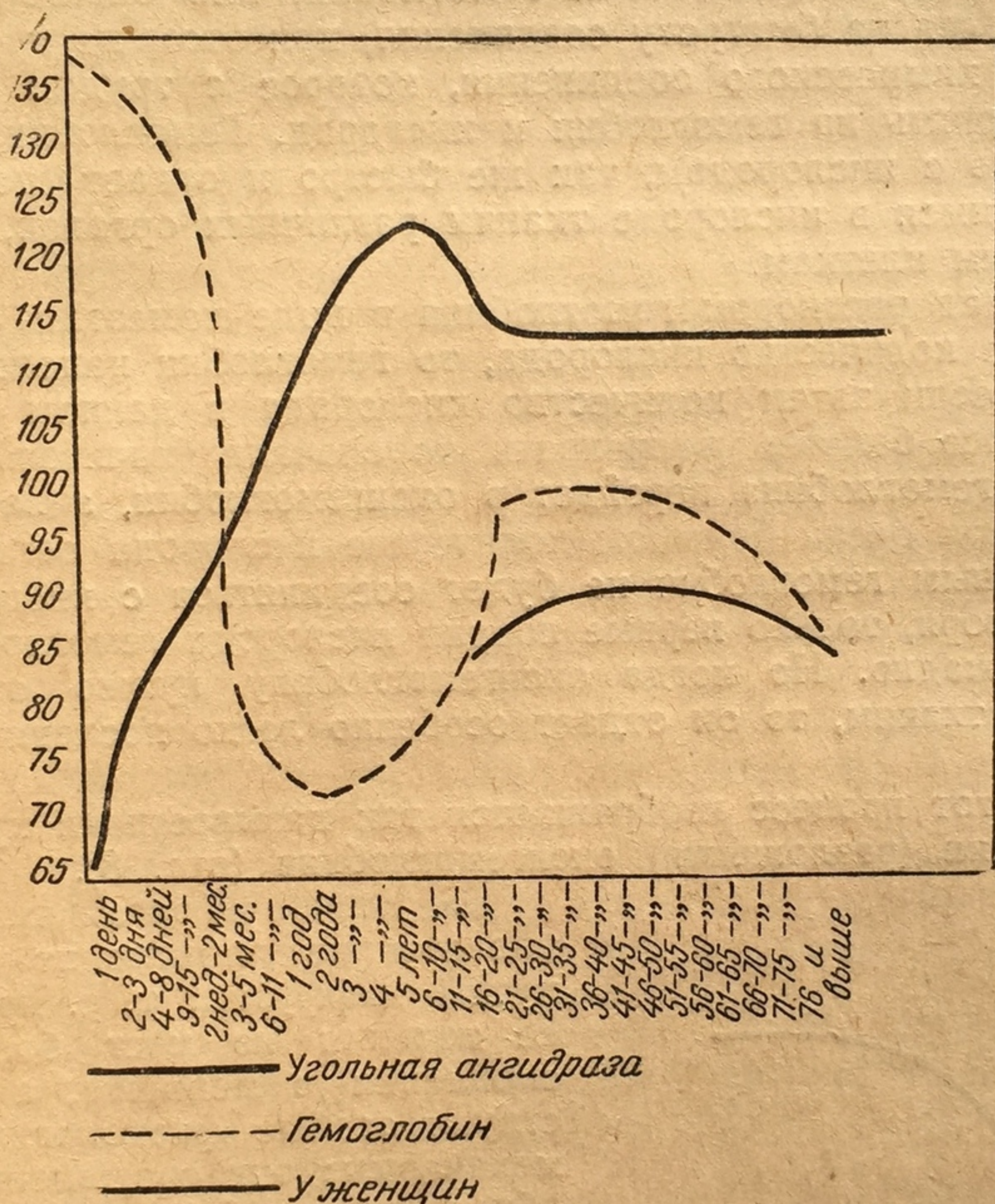


Рис. 7. Возрастные изменения количества гемоглобина и фермента угольной ангидразы с возрастом (по Горбуновой)

Как известно, гемоглобин является переносчиком кислорода в организме и чем больше появляется гемоглобина в крови, тем больше, следовательно, кислорода поглощается организмом. Но у ребенка (см. главу о дыхании) максимум поглощения кислорода имеется в возрасте от 2 лет, т. е. в момент, когда количество гемоглобина понижается. Значит с момента рождения до 1½—2 лет количество поглощаемого кислорода быстро возрастает, а количество гемоглобина, наоборот, резко падает. Объяснение этого физиологического противоречия можно найти в существовании смены трех типов гемоглобина в



Как показывает диаграмма (рис. 7) (количество гемоглобина у людей различного возраста), наибольшее количество гемоглобина имеется к первому дню после рождения ребенка (135%), затем сначала быстро, а впоследствии медленно, этот максимум гемоглобина снижается. К 2 годам наблюдается минимум гемоглобина (77%), после чего опять количество гемоглобина начинает повышаться, достигая 95%.

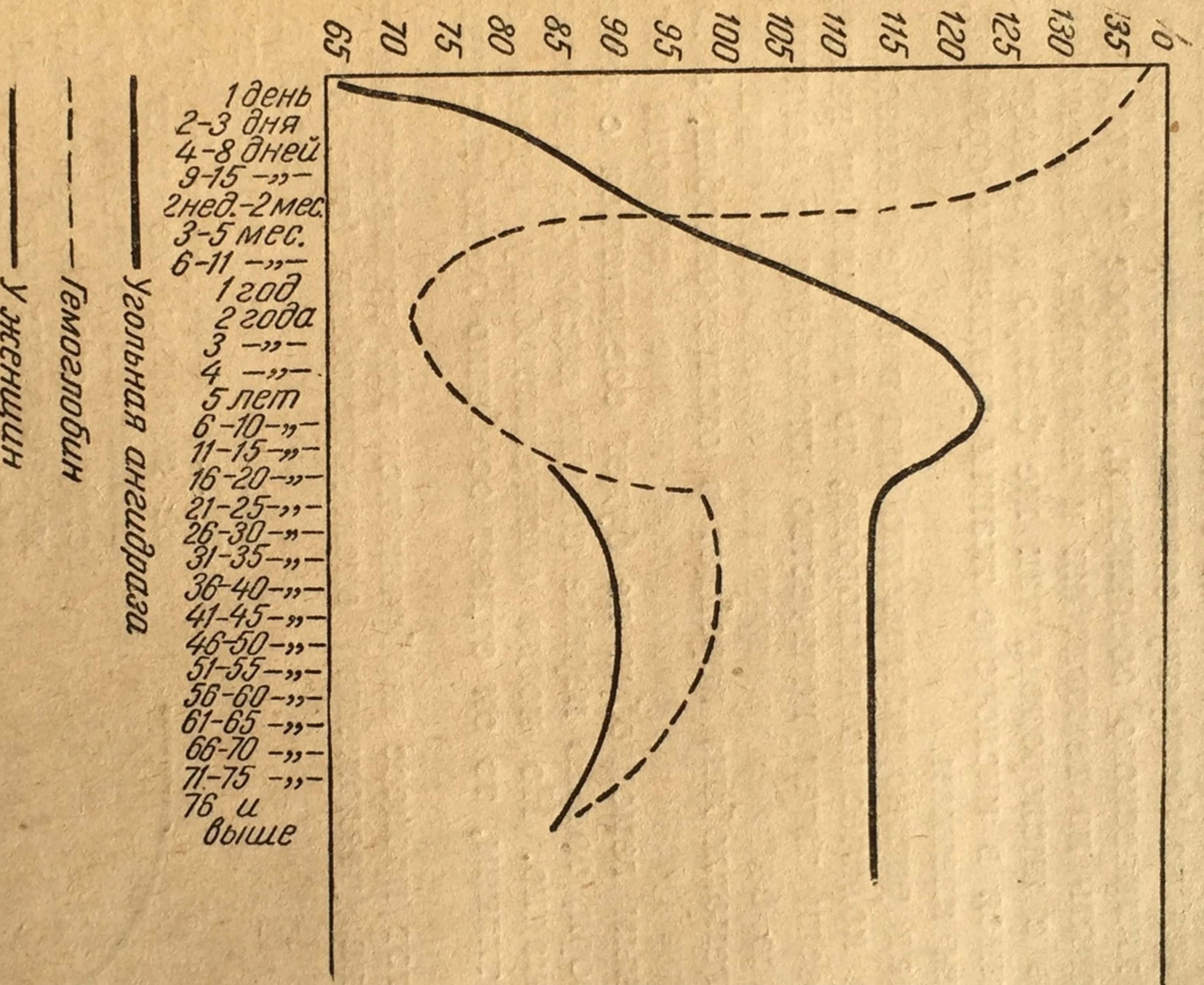


Рис. 7. Возрастные изменения количества гемоглобина и фермента угловой ангидазы с возрастом (по Горбуновой)

Как известно, гемоглобин является переносчиком кислорода в организме и чем больше появляется гемоглобина в крови, тем больше, следовательно, кислорода поглощается организмом. Но у ребенка (см. главу о дыхании) максимум поглощения кислорода имеется в возрасте от 2 лет, т. е. в момент, когда количество гемоглобина понижается. Значит с момента рождения до 1 1/2—2 лет количество поглощаемого кислорода быстро возрастает, а количество гемоглобина, наоборот, резко падает. Объяснение этого физиологического противоречия можно найти в существовании смены трех типов гемоглобина в



раннем детстве (см. выше), обладающих различной поглотительной способностью кислорода.

Соединение гемоглобина с кислородом и отдача оксигемоглобином кислорода клеткам тканей. Кривые диссоциации оксигемоглобина. Гемоглобин эритроцитов обладает замечательной способностью чрезвычайно быстро соединяться с кислородом в легких, переходя в окисленный гемоглобин, или оксигемоглобин. Но, несмотря на быстроту соединения, при этом не происходит прочного химического соединения, которое с трудом разлагалось бы опять на гемоглобин и кислород. Гемоглобин, быстро соединяясь с кислородом, так же быстро и отдает его крайне нуждающимся в кислороде тканям различных органов, особенно нервным клеткам.

Если над раствором гемоглобина в воде поместить сначала небольшое количество кислорода, то гемоглобин нацело поглотит его; если затем количество кислорода в данном объеме (сосуде) все больше увеличивать, то сначала значительное количество гемоглобина перейдет в оксигемоглобин, а затем даже уже при очень большом количестве кислорода оставшийся неокисленный гемоглобин не будет соединяться с кислородом. Иначе говоря, только первые порции кислорода гемоглобин поглощает жадно. Но когда оксигемоглобину нужно отдавать кислород тканям, то он отдает особенно легко последние порции.

Весь этот процесс изображается так называемыми кривыми диссоциации (разложения) оксигемоглобина (рис. 8).

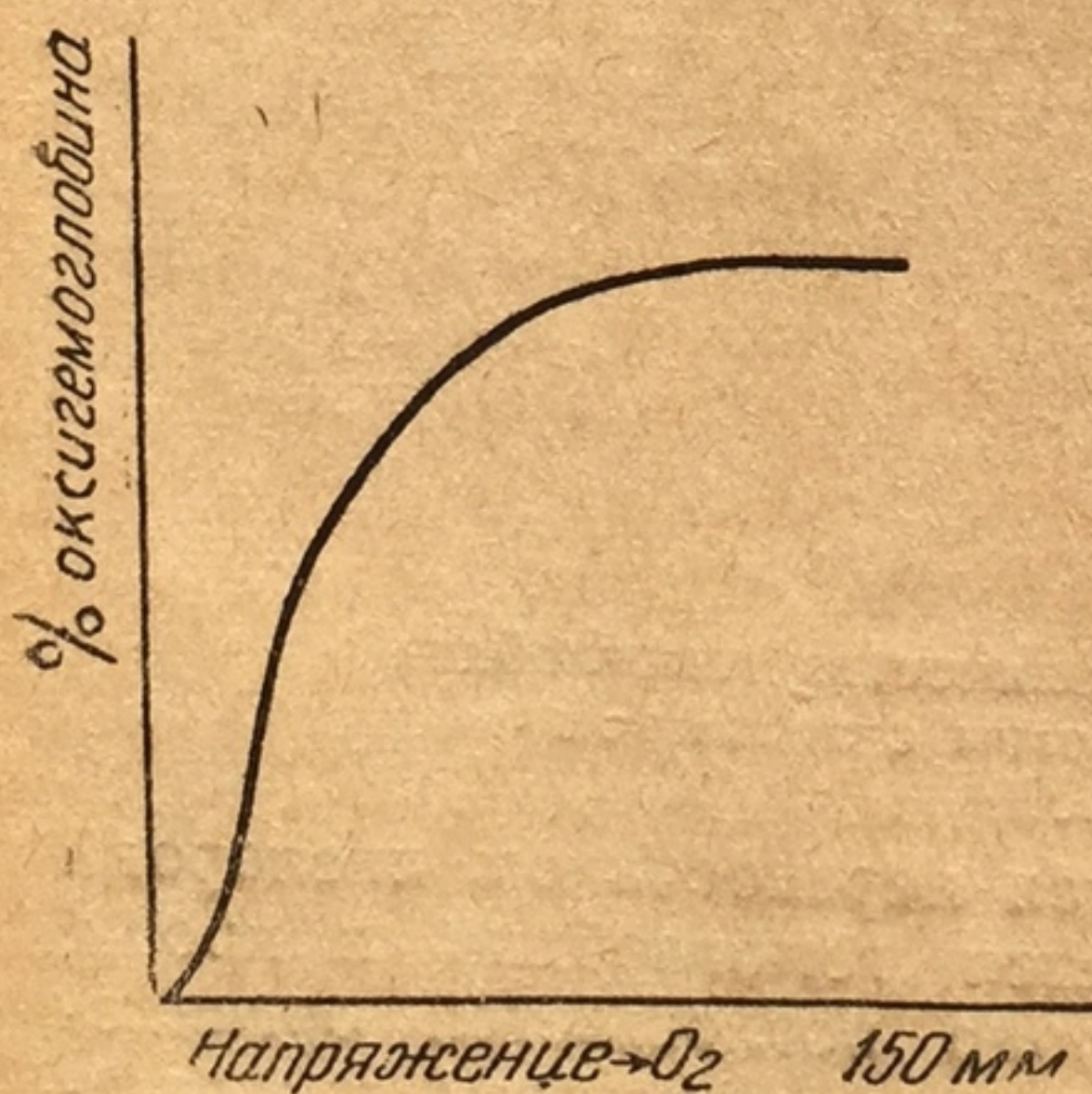


Рис. 8. Кривая диссоциации оксигемоглобина

одной стороны, способствует быстрой соединимости углекислоты газа с водой и затем переходу в бикарбонаты в капиллярах тканей. С другой стороны, в капиллярах легких угольная анги-

Выделение из организма углекислоты не происходит только путем диффузии, т. е. простого ее течения из мест большего скопления в меньшие, а существуют особые физиологические механизмы; они совершенно необходимы для быстрого выведения углекислоты из тела. В то время как кислород переносится гемоглобином, углекислота переносится в крови растворенными в ней углекислыми солями (бикарбонатами).

Кроме того, для ускорения захвата и отдачи углекислоты существует особый фермент — угольная ангидраза, которая, с



драз (карбоангидраза) помогает выходу углекислоты из бикарбонатов. Карбоангидраза находится в эритроцитах.

Горбунова<sup>1</sup> в 1945 г. нашла, что количество угольной ангидразы резко меняется в раннем возрасте. Максимум угольной ангидразы наблюдается к 2—3 годам жизни ребенка (у плода ее нет совсем), понижаясь к 5—6 годам; в дальнейшем карбоангидраза совсем не изменяется.

Замечательно, что максимум карбоангидразы совпадает с минимумом гемоглобина (см. рис. 7).

Кровоснабжение селезенки и матки во время беременности. В последние месяцы беременности в половых органах самок появляется увеличенное количество крови. Баркрофт (1932 г.) измерил количество крови в половых органах у беременных и небеременных животных—кроликов, собак и кошек. Оказалось—чем больше вес зародыша в матке, тем больше к ней притекает крови. Из селезенки, наоборот, кровь оттекает и объем селезенки уменьшается; кровь, следовательно, переносится в беременную матку из селезенки. Уже при наступлении течки хорошо заметно сокращение нормального объема селезенки; после течки селезенка принимает свой нормальный вид. Сокращение селезенки возобновляется на половине времени беременности, достигая наибольшей силы за 2 дня до родов. Сокращение селезенки при беременности зависит от деятельности нервной системы; если перерезать нервы, идущие к селезенке, то сокращения селезенки при течке и беременности не происходит.

Кровь находится не в самой матке, а в венах, которые отходят от нее. Но во время родов кровь из этих вен отливает и притекает к молочным железам, к моменту начала их работы.

Перенос кислорода кровью от матери к плоду. Два потока крови—матери и плода—не смешиваются в плаценте, но приходят в такое тесное соприкосновение, что кислород из материнской крови проходит через стенки сосудов, разделяющих эти два потока.

Во время беременности количество крови в матке увеличивается в 16—20 раз (Баркрофт) сравнительно с нормой.

Важным является тот факт, что кровообращение усиливается раньше, чем зародыш вырастает до значительных размеров. Пока зародыш мал, кислород из этого увеличенного тока крови почти не поглощается, но затем, соответственно росту зародыша, увеличивается и поглощение кислорода из материнской крови. Тогда мать начинает дышать, поглощая кислород из внешнего воздуха как для своего организма, так и для своего ребенка. Кровь плода обладает значительно большим сродством к кислороду, чем кровь матери. У человеческого

<sup>1</sup> Г. П. Горбунова, Угольная ангидраза в онтогенезе. Труды физиологического института им. И. П. Павлова, 1945, т. I, стр. 82—96.



плода в последний период его внутриутробной жизни увеличивается число красных кровяных клеток, а, следовательно, и содержание гемоглобина. У большинства животных кислородная емкость крови плода к моменту рождения доходит до величины кислородной емкости крови матери. У человеческого плода кислородная емкость крови к рождению превышает таковую же емкость крови матери на 30%.

Относительный объем эритроцитов у новорожденного достигает 75% против 50% у матери. Следовательно, человеческий детеныш поставлен в более выгодные условия поглощения кислорода.

Кривые диссоциации оксигемоглобина в эмбриональном периоде. Для плода «внешней» газовой средой является газ в плацентарной крови, только из последней плод может получить кислород.

В 1930—1931 гг. ученые нашли (у женщин, подвергнутых операции кесарева сечения), что гемоглобин плода и матери имеет неодинаковое сродство к кислороду.

Гемоглобин плода имеет более высокое сродство к кислороду, чем гемоглобин матери<sup>1</sup>. Кривая диссоциации оксигемоглобина плода сдвинута влево, а матери вправо (Гинецинский, Лейбсон, Лихницкая и Закс)<sup>2</sup>. Активная реакция крови матери сдвигается в кислую сторону.

Минимальная разность давления  $O_2$  между кровью матери и плода в плаценте человека доходит до 5 мм., что уже позволяет крови матери при прохождении через плаценту отдавать 46% своего кислорода. Если бы кривые диссоциации плода и матери были одинаковы, то отдача  $O_2$  могла бы быть не больше 28% (Гинецинский).

По Холлу, гемоглобин цыпленка в яйце имеет более высокое сродство к  $O_2$ , чем гемоглобин взрослой курицы. То же найдено для гемоглобина головастика и взрослой лягушки.

Появление такого гемоглобина является приспособлением к жизни в среде, бедной кислородом.

У горных жителей кривые диссоциации оксигемоглобина сдвинуты влево.

Изменения в химическом составе крови с возрастом. Фибриноген в раннем детстве содержится в большем количестве в крови, чем в 8—11 лет и затем к старости количество его повышается до 6% общего белка. Общее количество белков плазмы крови с возрастом увеличивается, особенно интенсивно в детстве, от 3 до 5 лет, и затем к ста-

<sup>1</sup> З. Б. Барбашова, Материалы к проблеме акклиматизации к низким парциальным давлениям кислорода, 1941, АН СССР.

<sup>2</sup> М. Г. Закс и И. И. Лихницкая, О сродстве к кислороду гемоглизированной крови плода человека. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, 1938, т. V, вып. 4.

рости, после 60 лет. С  
татистический коэффициент  
В крови у собак. Во  
1½ мес. 4,1% — у двух  
ных, 6,7% — у пятилетн  
Сыворотка крови  
го фосфора, а взросло

Серы в крови только  
Наивысшее количеств  
к 30 годам оно минима  
стание магния, достига  
Содержание кальция  
Качественный состав  
чительно изменяется. Б  
но крупнее, а потому и  
пример, при осаждении  
таблица (по Войнару):

Возраст
3 часа
8—10 мес.
17—18
31—40 лет
60

На основании увелич  
стом Ружишко создал  
одряхления животного  
жушко, и является п  
протоплазмы клеток.  
в сторону укрупнения  
тельно, заключается  
щих задержать этот  
Теория Ружишко  
биологов благодаря  
путный процесс в яв  
ковых молекул име  
нашла отражение в  
Лимфа как  
средственно к  
кровь называется  
не соприкасается  
кровью и клеткам  
от крови к клетк  
направлении веще  
тельности клеток  
пространств



рости, после 60 лет. С возрастом также увеличивается и глютатионовый коэффициент.

В крови у собак Войнар нашел 3,7% белка в возрасте 1½ мес., 4,1% — у двухмесячных щенков, 5,7% — у двухгодовалых, 6,7% — у пятилетних и 7—8% — у десятилетних собак.

Сыворотка крови ребенка содержит 4—6 мг. неорганического фосфора, а взрослого 3—4 мг.; летом несколько больше, чем зимой.

Серы в крови только 1 мг.

Наивысшее количество магния наблюдается при рождении, к 30 годам оно минимально, после чего начинается опять нарастание магния, достигающего максимума к 70—80 годам.

Содержание кальция в крови с возрастом увеличивается.

Качественный состав белков крови с возрастом также значительно изменяется. Белковые молекулы становятся постепенно крупнее, а потому и более легко выпадают из раствора, например, при осаждении спиртом, что показывает следующая таблица (по Войнару):

Возраст	Осаждаемость
3 часа . . . . .	0
8—10 мес. . . . .	0
17—18 „ . . . . .	+
30—40 лет . . . . .	++
60 „ . . . . .	+++

На основании увеличения размера молекул белков с возрастом Ружишко создал коллоидно-химическую теорию старения, одряхления животного организма. Причиной старости, по Ружишко, и является постепенное увеличение белковых молекул протоплазмы клеток. Это увеличение необратимо, идет только в сторону укрупнения молекул; борьба со старением, следовательно, заключается по Ружишко в отыскании средств, могущих задержать этот процесс.

Теория Ружишко не встретила полного признания среди биологов благодаря своей явной механистичности. Но как популярный процесс в явлениях старения организма укрупнение белковых молекул имеет место. Частично эта теория старения нашла отражение в теории старения акад. Богомольца.

Лимфа как внутренняя жидкая среда, непосредственно омывающая клетки тканей. Хотя кровь называется внутренней средой живого организма, но она не соприкасается непосредственно с клетками тканей. Между кровью и клетками находится лимфа — жидкость, передающая от крови к клеткам питательные вещества, а в обратном направлении вещества, отработанные, негодные для жизнедеятельности клеток. Лимфа заполняет все межклеточные щели и пространства в тканях и по своему составу является промежу-



точной жидкостью между кровью и содержимым клеток данного органа. Лимфа очень бедна белками (в лимфе—0,01—0,03% белков, в то время как в крови—7—8%). Состав же солей в количественном и качественном соотношении близок к составу их в крови.

Раньше физиологи придавали небольшое значение лимфе, так как интересовались главным образом кровью; этому способствовала и трудность получения лимфы в чистом виде у животных и особенно у человека. В последнее же время выяснилось, что питание двух наиболее важных органов тела (сердца и головного мозга) зависит от течения в них лимфы. Когда производится массаж органов, в первую очередь кожи, то он действует благоприятно главным образом не на кровообращение, а на течение лимфы, устраняя ее застой. Изменения лимфы изучены очень мало, за исключением лимфы спинного и головного мозга, называемой спинно-мозговой жидкостью, или ликвором.

Строение и  
системы. Кислород  
сится по всему телу  
сердцем и кровенос-  
о дыхании, все кл  
находятся в состо  
останавливают сво  
ствительные к нед  
кислорода.

Без кровообра-  
ит только туго пер-  
чувствительность,  
обновлении крово-  
наливается. Зрени-  
кислорода. Чувств-  
метам ночью (ноч-  
на самолете, но и  
чику чистого кисл-  
точно хорошо оч-  
затрудненном кро-  
этому при заболе-

Когда мышца  
в артерии и прис-  
расширении серд-  
можности занима-  
ся даже от небо-  
Как известно  
гии, сердце чел-  
Пр



### Глава III. КРОВООБРАЩЕНИЕ

*„Сердце — солнце нашего организма,  
источник его жизни“*

Гарвей

Строение и работа сердечно-сосудистой системы. Кислород, поглощенный гемоглобином крови, разносится по всему телу работой сердечно-сосудистой системы, т. е. сердцем и кровеносными сосудами. Как было сказано в главе о дыхании, все клетки тела в большей или меньшей степени находятся в состоянии кислородного голода и без кислорода останавливают свою работу, а нервные клетки, особенно чувствительные к недостатку кислорода, быстро разрушаются без кислорода.

Без кровообращения исчезает чувствительность в коже; стоит только туго перетянуть жгутом руку, как она теряет свою чувствительность, даже не чувствует сильной боли. При возобновлении кровообращения чувствительность быстро восстанавливается. Зрение человека также страдает от недостатка кислорода. Чувствительность глаза к слабо освещенным предметам ночью (ночное зрение) быстро снижается при подъеме на самолете, но и быстро возвращается к норме при даче летчику чистого кислорода. Почки не могут без кислорода достаточно хорошо очищать кровь, мышцы быстро утомляются при затрудненном кровообращении и не могут долго отдохнуть. Поэтому при заболевании сердца страдает весь организм.

Когда мышца сердца ослабевает и плохо насосывает кровь в артерии и присасывает ее из вен, то наступает отек ног. При расширении сердца и ослаблении его мышц человек лишен возможности заниматься тяжелой физической работой и утомляется даже от небольшой работы.

Как известно из курса элементарной анатомии и физиологии, сердце человека состоит из двух предсердий и двух желудочков. Предсердия, желудочки и артерии, выходящие из последних, соединяются друг с другом отверстиями, закрываемыми особыми клапанами. Эти клапаны открываются при токе крови из предсердий в желудочки и из последних в артерии, поэтому кровь в сердце течет только в одном направлении. Кровь при своем беге по организму проходит два главных пути: по большому и малому кругам кровообращения. Выходя из



левого желудочка, кровь вступает в аорту, отсюда переходит во множество артерий, идущих по всем частям тела. В органах кровь течет по мельчайшим кровеносным сосудам—капиллярам, из которых опять собирается в вены, отличающиеся от артерий тонкими стенками и наличием венозных клапанов. Из верхней и нижней полых вен кровь опять возвращается в сердце, проделав большой путь по всему телу, отдав ему питательные вещества и кислород и забрав из тканей вещества распада и углекислоту. С этими веществами кровь проходит уже малый круг кровообращения из правого желудочка в легкие по легочным артериям (по легочным артериям течет венозная кровь, а по легочным венам — артериальная кровь). Отдав избыток углекислоты и поглотив кислород, кровь опять возвращается в сердце, но уже с другой его стороны, влившись в левое предсердие.

Но не всегда у человека имеются описанные два круга кровообращения; у плода, в организме матери, кровообращение сильно отличается от кровообращения новорожденного ребенка.

Особенности кровообращения у плода и новорожденного. Во время нахождения плода в организме матери нет полного разделения кровообращения на большой и малый круги. Легкие плода не работают и находятся в спавшемся состоянии так же, как и пищеварительный тракт. Плод получает необходимые для его развития питательные вещества и кислород из материнской крови. Газообмен происходит в так называемом последе. Пупочная вена несет артериальную кровь от матери к плоду, а по двум пупочным артериям венозная кровь плода возвращается в послед. Пупочная вена делится на две ветви; одна идет в нижнюю полую вену, другая, соединяясь с воротной веной, входит в печень, таким образом вся кровь дальше вливается в правое предсердие, куда также вливается по верхней полой вене кровь из верхней половины тела плода. Но дальше путь крови резко отличается от такового же у взрослого; она не идет в правый желудочек и дальше в легкие, как у ребенка, отделенного от тела матери, а через отверстие в перегородке, разделяющей предсердия, часть крови переходит в левое предсердие, дальше в левый желудочек и затем в аорту. Остальная часть крови правого предсердия переходит в правый желудочек и из него в легочные артерии. Но так как легкие находятся в спавшемся состоянии, то вся кровь не может в них проникнуть и через особый «боталлов» проток устремляется в аорту. Очень незначительная часть этой крови проходит по самой легочной ткани для ее питания.

При рождении ребенка все эти добавочные кровеносные сосуды превращаются в соединительно-тканые связки. Отверстие в перегородке, ведущее из правого предсердия в левое, сначала закрывается, а затем быстро зарастает.

О возрастных  
и кровеносных  
тела, равное  $\frac{1}{2}$  от  
новорожденного,  
между ростом се  
питается благода  
строму кровообра  
вого развития на  
сердца и сосудов.

Отношение вес  
0,63—0,89%, а у  
сердца наблюдае  
14—15-м году, т.  
чем в начале жи  
дочков одинаков  
чительно толще  
шире аорты, посл  
большой диаметр  
свету артерий у д

Вообще до 1  
размер, просвет  
взрослых.

Вследствие на  
тельно объема се  
расте происходит  
относительно бол

Отношение  
веса сердца к  
общей окружнос  
рий с возрастом и  
ся (см. рис. 9).

Особенно ш  
новорожденного  
сонные и подкл  
артерии, приче  
отходят более  
что уменьшает  
вление току кр  
следнее способс  
гоприятному п  
интенсивному  
ловного мозга  
Сердце быст  
на стр. 50.  
Возраст  
ров. Возраст



О возрастном соотношении величины сердца и кровеносных сосудов. Отношение веса сердца к весу тела, равное  $1\frac{1}{2}\%$ , мало меняется с возрастом, за исключением новорожденного, у которого сердце больше. Нет параллелизма между ростом сердца и сосудов. Сердце у ребенка лучше питается благодаря широкому просвету сосудов и более быстрому кровообращению. Но в периоды быстрого роста, полового развития нарушается необходимое соответствие в росте сердца и сосудов.

Отношение веса сердца к весу всего тела у детей равно  $0,63-0,89\%$ , а у взрослых  $-0,48-0,52\%$ . Наибольший рост сердца наблюдается в первые два года жизни и затем на 14—15-м году, т. е. перед наступлением половой зрелости, причем в начале жизни толщина стенок левого и правого желудочков одинаковы. У взрослого стенки левого желудочка значительно толще правого. Легочная артерия до 10—12 лет шире аорты, после же полового созревания аорта имеет уже больший диаметр, чем легочная артерия. Просвет вен к просвету артерий у детей равен  $1:1$ , а у взрослых  $-2:1$ .

Вообще до 11—12 лет сердце имеет относительно больший размер, просвет сосудов и отверстия в сердце шире, чем у взрослых.

Вследствие наибольшей окружности артерий как относительно объема сердца, так и длины тела в самом раннем возрасте происходит малое давление крови на стенки сосудов при относительно большом количестве крови в организме ребенка.

Отношение среднего веса сердца к средней общей окружности артерий с возрастом изменяется (см. рис. 9).

Особенно широки у новорожденного общие сонные и подключичные артерии, причем первые отходят более отвесно, что уменьшает сопротивление току крови. Последнее способствует благоприятному питанию и интенсивному росту головного мозга в первые месяцы и годы жизни.

Сердце быстрее растет, чем сосуды, как показывает таблица на стр. 50.

Возрастные особенности формы капилляров. Форма капилляров, наблюдаемая под микроскопом (при

*Новорожден. Конец 1<sup>го</sup> года. 1 год—10 лет.*

*12/100*

*21/100*

*28/100*



*10—20 лет*

*20—50 лет*

*50—70 лет*

*46/100*

*49/100*

*60/100*

Рис. 9. Отношение среднего веса сердца к средней общей окружности артерий



Таблица Никифорова (по Штефко)

	Средний вес сердца	Средняя общая окружность артерий	Окружность артерий к весу сердца в %
Новорожденные . . . .	21,3	175,5	827
Конец 1-го года . . . .	50	239	478
1—10 лет . . . .	85,4	305,1	357
10—20 „ . . . .	189	419,8	222
20—50 „ . . . .	244	495	202
50—70 „ . . . .	320	536,1	167

боковом освещении) в коже, просветленной каким-либо маслом, различна у взрослого и ребенка (см. рис. 10). У взрослого в коже, покрывающей ложе ногтя, видны характерные петли капилляров, у новорожденного нет этих петель. Только с возрастом формируются различные, соответственно типу детей, формы петель. Количество капилляров у взрослого равно  $4,3 \times 10^9$  (по Фельдману).

Ритм работы сердца. Сердце может выполнить свою основную функцию—выбрасывать кровь в сосуды только в том случае, когда все его части (два предсердия и два желудочка) будут сокращаться строго согласованно друг с другом во времени. Сокращение (систола) предсердий начинается нормальный цикл работы сердца. Систола предсердий продолжается 0,1 сек., и в это время кровь из полых вен и легочных вен не поступает в предсердия. Затем одновременно сокращаются два желудочка—в это время уже наступает расслабление (диастола) предсердий.

Длительность фаз сердечного цикла при 75 сокращениях сердца в 1 мин.:

Систола предсердий 0,1 сек.; диастола 0,7 сек.

Систола желудочков 0,3 сек.; диастола 0,5 сек.

Диастола предсердий и желудочков продолжается 0,4 сек.

При учащении сердцебиений (например, от физической работы) цикл сердца сокращается, главным образом, за счет диастолы, которая у желудочков укорачивается до 0,3 сек.

Мелодия сердца<sup>1</sup>. Как видно из предыдущего, сердце работает очень быстро: в доли секунды сокращаются предсердия и желудочки; клапаны между предсердиями и желудоч-

<sup>1</sup> Учебник физиологии под ред. проф. К. М. Быкова, Медгиз, 1941, 583 стр.



Рис. 10. Схема возрастных изменений капиллярной сети в коже.

ками и при входе в же стремительно. Отбавот, тоны сердца, клетку. Сначала слышны мышца желудочков, клапанов, затонот, происхонов. Так сердце постеластичность и несердца изменяются. Пульс и пульсность втолкнет, лудочек, благодарястенкам, артерий, жений, которую мвиде пульса. Это



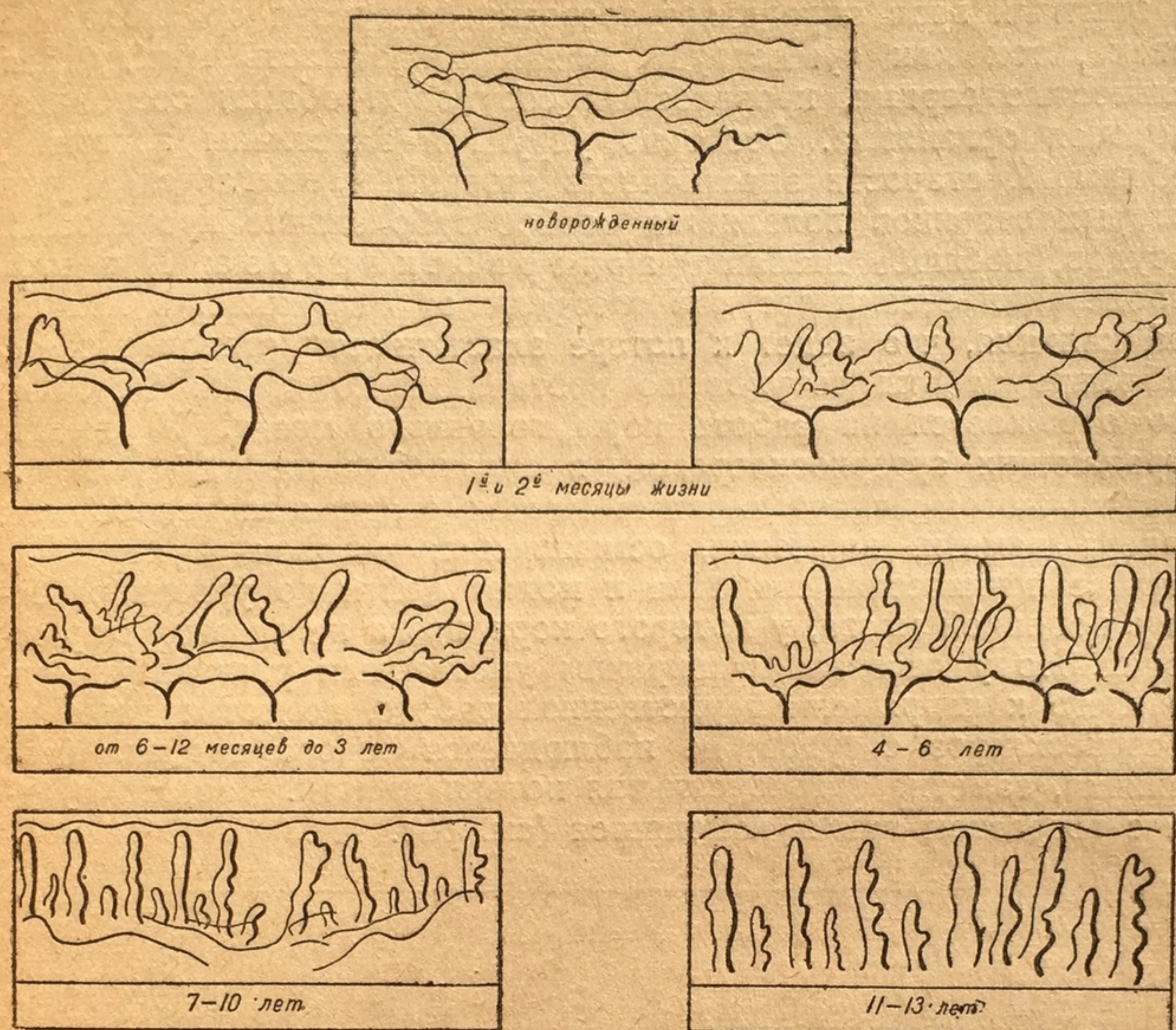


Рис. 10. Схема возрастного развития капилляров кожи (по Штефко и Харькову)

ками и при входе в аорту захлопываются не медленно, а также стремительно. Отсюда получают звуки, или как их называют, тоны сердца, которые врач выслушивает через грудную клетку. Сначала слышится низкий протяжный тон от сокращения мышц желудочков и дрожания самих предсердно-желудочковых клапанов, затем слышится второй, более высокий и короткий тон, происходящий от захлопывания полулунных клапанов. Так сердце постоянно поет свою несложную мелодию.

Если мышцы сердца ослабли, а клапаны потеряли свою эластичность и не закрывают полностью отверстий, то тоны сердца изменяются и дают возможность врачу определить заболевание сердца.

Пульс и пульсовая волна. Возрастная эластичность кровеносных сосудов. Когда левый желудочек втолкнет в аорту порцию крови, то аорта расширится; затем, благодаря своей эластичности, сейчас же сожмется; по стенкам артерии побежит эластическая волна расширений и сужений, которую можно прощупать на артерии около кисти в виде пульса. Это пробегание вдоль артерии расширений и сужений называется пульсовой волной. По состоянию пуль-



са опытный врач определяет состояние здоровья организма человека, так как существует тесная зависимость между деятельностью сердца, кровеносных сосудов и общим состоянием здоровья организма. Особенно упруги и эластичны артерии у ребенка. К старости эластичность артерий уменьшается и у некоторых стариков появляется особое заболевание кровеносных сосудов, носящее название артериосклероза. При этом заболевании стенки сосудов твердеют от отложения в них солей кальция, что ведет к потере эластичности стенок и к ослаблению работы сосудов по проталкиванию крови. Особенно это отражается на работе коры головного мозга. У людей, страдающих артериосклерозом в сильной степени, из-за недостаточного питания нервных клеток развивается слабоумие, потеря памяти, внимания, осмысления; человек теряет свои высшие психические качества и может дойти до уровня ребенка с водянкой мозга, у которого кора мозга не развита от рождения. Но у человека с широким умственным развитием, привыкшего к напряженной умственной работе, несмотря даже на артериосклероз сосудов, не наблюдается такого падения всей психики, заметна только сильная потеря памяти. Частота пульса с возрастом также изменяется (см. рис. 11).

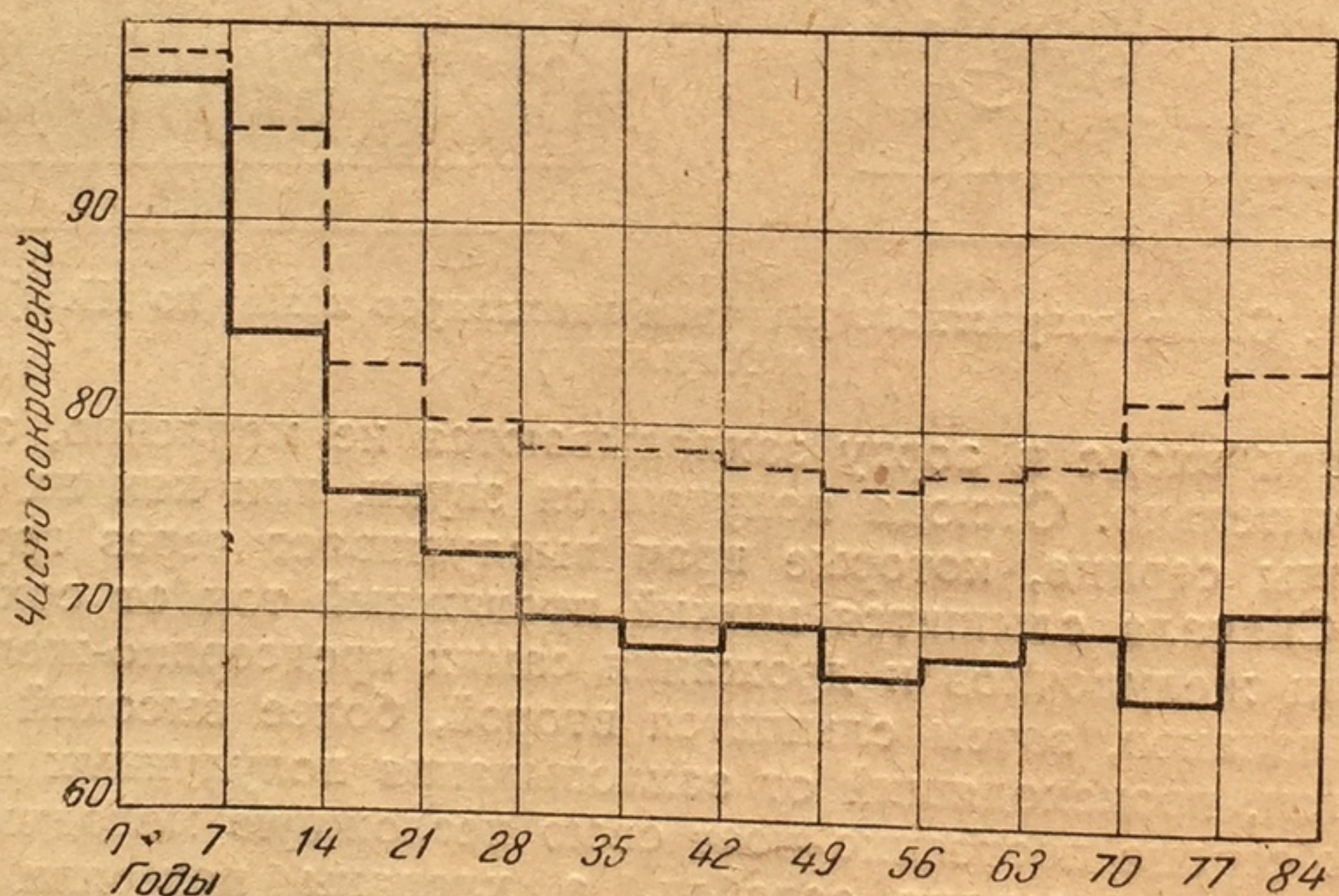


Рис. 11. Возрастные изменения частоты сердечных сокращений; сплошная кривая—мужчины, пунктирная—женщины



дать сильный толчок крови для ее движения в аорте, артериях и капиллярах. Левый желудочек, сокращениями своих мускулистых стенок создает у взрослого человека давление, равное давлению столба ртути в 150 мм. (или 2 м. водяного столба), в плечевой артерии давление снижается до 120 мм. ртути. Чем дальше от сердца, тем слабее кровяное давление и тем медленнее течет кровь; в мелких артериях, так называемых артериолах, и в капиллярах давление снижается до 40 мм. ртути. В мелких венах давление уже равно 10—4 мм. и, наконец, в полых венах давление падает до нуля и даже становится отрицательным. При глубоком вдохе стенки вен растягиваются, и поэтому давление в этих венах падает ниже нуля на 5 мм. ртути. Кровь в венах не может течь назад при таком отрицательном давлении, потому что клапаны вен не допускают обратного течения крови. В соответствии с давлением меняется и скорость течения крови в различных кровеносных сосудах. Скорость течения крови в аорте равна  $\frac{1}{2}$  м. в сек. во время систолы желудочка и только  $\frac{1}{3}$  м. в сек. при диастоле; в капиллярах скорость падает до 0,5 мм. в сек., т. е. в 1000 раз меньше, чем в аорте.

Кровяное давление у животных измеряется обычно прямым, кровавым, способом; у человека таким образом измеряется только венозное давление. Артериальное давление у человека измеряется косвенным способом, основанном на том принципе, что подбирается то давление, которому нужно подвергнуть стенки плечевой артерии, чтобы прекратить в ней течение крови. На плечо человека надевается полая внутри резиновая манжетка (для ребенка нужна особая уменьшенная манжетка, обычно употребляемая для определения кровяного давления у взрослых не годится), в которую накачивается грушей воздух. Давление воздуха в манжетке измеряется величиной поднятия столба ртути в аппарате Рива-Рочи или указанием стрелки в пружинных манометрах Реклингауза, Буллита и др. Воздух, нагнетаемый в манжетку, усиливает постепенно свое давление на плечевую артерию и, наконец, пульс, прощупываемый на той же руке у большого пальца, исчезает. Исчезновение пульса указывает, что в этот момент давление воздуха в манжетке превысило давление крови на стенки артерии; величину давления отсчитывают по высоте столба ртути. Эту величину давления называют максимальной, или систолической, так как даже при систоле кровь не может преодолеть и пробиться через сжатый воздухом сосуд. Обычно измеряют не только систолическое, но и диастолическое, или минимальное, кровяное давление по методу Короткова. Этот метод основан на звучании стенок артерий, сжимаемых воздухом под действием ударов крови. На локтевую артерию накладывают фонендоскоп для выслушивания ее тонов. Сначала накачивают воздух до величины, превышающей систолическое давление, тонов никаких нет; за-



тем медленно выпускают воздух, тогда появляется (у взрослого мужчины) на 120 мм. ртутного столба слабый тон—это будет систолическое давление. При дальнейшем опускании ртути, тоны сначала усиливаются, затем слабнут и, наконец, пропадают при 60—80 мм. диастолического давления. Кровяное давление изменяется с возрастом.

#### Изменение систолического кровяного давления с возрастом

Возраст	Систолическое давление	
	мальчики	девочки
3 года . . . . .	78	78
4 " . . . . .	80	80
5 лет . . . . .	83	82
6 " . . . . .	85	84
7 " . . . . .	88	87
8 " . . . . .	90	88
9 " . . . . .	91	90
10 " . . . . .	93	95
12 " . . . . .	103	105
14 " . . . . .	110	109
16 " . . . . .	113	108
18 " . . . . .	114	109
20 " . . . . .	114	113

Отмечается значительный, но преходящий подъем кровяного давления в начале полового созревания. Приводим следующие данные:

Возраст	Систолическое давление	
	мужчины	женщины
17—20	117	118
21—23	120	120
45—47	121	119
50	124	142
55	127	135
60	129	152
67	130	167

У женщины с 45 лет кровяное давление начинает превосходить кровяное давление мужчины, что совпадает у женщин с началом климактерии (увядания и прекращения деятельности половых желез).

Максимально  
характеризует со  
кровенных со  
Как показы  
детей почти в  
сосуды тела  
шире взросло  
поэтому мень  
ние. Затем кро  
делает скачок  
14 лет—в пер  
лости, затем у  
20 лет кровяно  
не изменяется  
после чего  
стать до 140 м  
Особен  
возраста  
отличается от  
рожденного  
нуту, а у вз  
дают различ  
авторы дают  
кунду, други  
5—10 ударов  
рах зависит  
лабилен, и е  
подсчитыван  
Частота  
связаны дру  
Нов  
3-ле  
14 л  
Взр  
Меньш  
и меньше  
191 Э. Г  
стр.



Максимальное (систолическое) давление главным образом характеризует состояние сердца, а диастолическое—состояние кровеносных сосудов.

Как показывают таблицы и рисунок 12, кровяное давление у детей почти вдвое меньше, чем у взрослого человека, так как сосуды тела ребенка короче и шире взрослого и представляют поэтому меньшее сопротивление. Затем кровяное давление делает скачок вверх в 12 и 14 лет—в период половой зрелости, затем у мужчин с 18—20 лет кровяное давление почти не изменяется до 40—45 лет, после чего начинает возрастать до 140 мм. ртут.

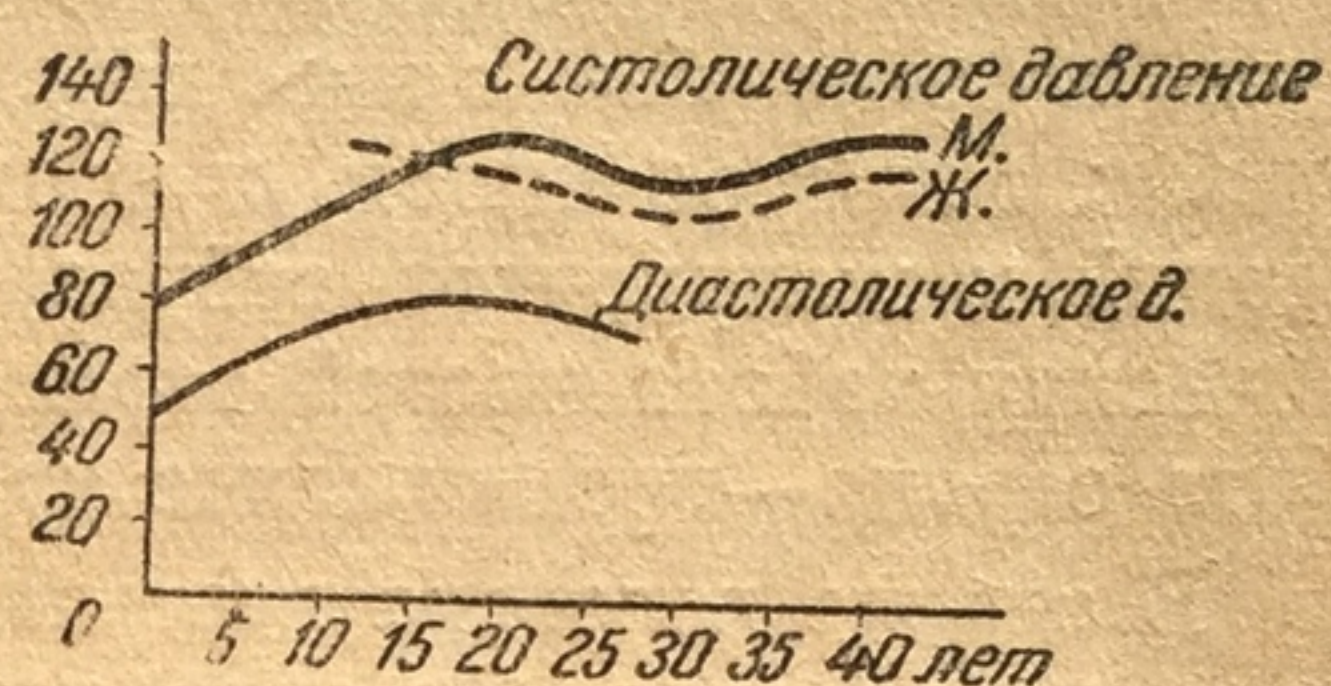


Рис. 12. Изменение кровяного давления с возрастом (по Фарфелю)

Особенности иннервации сердца в ранних возрастах. Частота сокращений сердца у ребенка резко отличается от частоты сокращений у взрослых людей. У новорожденного частота сокращений доходит до 156 ударов в минуту, а у взрослого—только 60—74. Различные исследователи дают различные цифры частот пульса по возрастам. Некоторые авторы дают для новорожденных частоту—156 ударов в секунду, другие только—134; у женщин частота пульса выше на 5—10 ударов в минуту, чем у мужчин. Такая разница в цифрах зависит от того, что пульс ребенка чрезвычайно изменчив, лабилен, и его частота все время меняется, даже во время его подсчитывания.

Частота пульса, время кровообращения и вес тела взаимосвязаны друг с другом, как показывает следующая таблица<sup>1</sup>:

Таблица

Возраст	Вес (в кг.)	Частота пульса	Время кровообращения (в секундах)
Новорожденный . . .	3,2	134—140	12,1
3-летний ребенок . . .	12,5	108	15,0
14 лет . . . . .	34,4	87	18,6
Взрослый . . . . .	63,6	72	22,1

Меньшая длина кровеносных путей у ребенка обуславливает и меньшее время кровообращения.

<sup>1</sup> Э. Гельмрейх, Обмен энергии у ребенка. Госиздат, М., 1928, 191 стр.



Иннервация сердца. Вырезанное сердце лягушки может часами сокращаться и сокращаться не беспорядочно, а сохраняя ритм своего сокращения. Такое ритмическое сокращение вырезанного сердца зависит от 3 нервных узлов, лежащих в его стенках. Благодаря их ритмическому возбуждению происходит и ритмическое сокращение сердца. Если иглой разрушить хотя бы один нервный узел, то наступает распад ритма; согласованность и последовательность сокращений предсердий и желудочков сейчас же нарушается, начинается анархическая работа частей сердца, в результате чего основная работа сердца—продвижение крови по всему телу—прекращается.

В сердце человека первый узел лежит в верхней стенке правого предсердия. От него идут волокна ко второму узлу, лежащему ниже, в стенках предсердия. Из этого второго узла выходят волокна, соединяющие его с так называемым пучком Гиса, находящимся в перегородке между желудочками сердца. Все эти три узла представляют так называемую проводящую систему сердца, по которой пробегает нервное возбуждение от предсердий к желудочкам. Если прервать иглой соединительные волокна, идущие от второго узла к Гисовскому пучку, то желудочки будут сокращаться, независимо от сокращений предсердий (например, желудочки будут сокращаться 2 раза, в то время как предсердия за то же время сократятся только один раз). Конечно, это нарушит правильное течение крови через сердце и повлечет серьезнейшее заболевание.

Развитие иннервационного аппарата сердца у ребенка заканчивается в основном (по Штефко) уже к 7—8 годам, в то время, как мышца сердца еще далека от высоты развития взрослого организма. Поэтому существует опасность перегрузки работы сердца у ребенка. Если прибавить к этому тот факт, что сердца вообще отстают в своем развитии от сосудов, то все это приводит к выводу о необходимости постепенной и рационально построенной тренировки сердечной мышцы. Наилучшим средством укрепления сердца являются труд и физкультура, учитывающая анатомио-физиологические особенности ребенка.

Насколько важна тренировка для сердца, показывают опыты с птенцами. Если птенца держать с момента его вылупления в тесной клетке, где он не сможет двигаться, то при первом же полете он падает мертвым от разрыва сердца. Хотя сердце и сформировано для работы полета, но внезапно предъявляемая ему большая нагрузка падает на слабые стенки сердца, и они разрываются под давлением крови. Необходима постепенная тренировка, под действием которой совершенствуются сократительные и эластические свойства мышечных волокон сердца.

Этот пример делает понятным подобное же положение с головным мозгом, который в основном сформирован в своих

слоях нервных клеток  
но из этого не следу  
можно умственная на  
Внесердечная  
сущей самому сердцу  
особую иннервацию  
называемой вегетатив  
из этих нервов носит  
принадлежит к 10-й  
зывается симпат  
вскрыть грудную кл  
дражить вагус эле  
можно ясно замети  
ния сердца. При сил  
нии останавливается  
трическим током. У  
работу сердца. Так  
нервом, возбуждени  
сердца.

Наоборот, раздра  
вызывает ускорение  
его остановку, но  
сердце имеет нервы  
другой—ускоряет со

Такая двойная ин  
менять частоту и ри  
меняющимся воздей  
организма. Если пер  
и оставить нетрону  
животного уже вы  
щений. В сущности  
быстро двигаться

Оживление  
что сердце холодно  
няют температуру  
их температуры, н  
без остановки его  
нии такое сердце  
вотных, например  
перестает сокра  
кровных животных  
ратуры окружающ  
в холодной воде,  
ружи, под кожей,  
резанное сердце,  
для его сокраще  
Но оно не теряе  
ние, если чепе



слоях нервных клеток (по Штефко) уже к 7-летнему возрасту, но из этого не следует, что для ребенка этого возраста возможна умственная нагрузка взрослого человека.

Внесердечная иннервация сердца. Кроме присущей самому сердцу иннервации (в виде 3-х узлов), оно имеет особую иннервацию: с обеих сторон в сердце входят нервы так называемой вегетативной (растительной) нервной системы. Один из этих нервов носит название вагуса (вагус — блуждающий, принадлежит к 10-й паре черепно-мозговых нервов), другой называется симпатическим или ускоряющим. Если вскрыть грудную клетку животного, обнажить сердце и раздражить вагус электрическим током определенной силы, то можно ясно заметить, как замедляются и ослабевают сокращения сердца. При сильном токе сердце в расслабленном состоянии останавливается до тех пор, пока вагус раздражается электрическим током. Устранение раздражения вагуса возобновляет работу сердца. Таким образом, вагус является тормозящим нервом, возбуждение которого ведет к прекращению работы сердца.

Наоборот, раздражение электрическим током симпатикуса вызывает ускорение и усиление сокращений сердца и, наконец, его остановку, но уже в состоянии систолы. Таким образом, сердце имеет нервы, один из которых замедляет, тормозит, а другой — ускоряет сокращение сердца.

Такая двойная иннервация сердца позволяет ему быстро изменять частоту и ритм своих сокращений, приспособляясь к изменяющимся воздействиям внешней среды, а также и самого организма. Если перерезать блуждающий нерв с обеих сторон и оставить нетронутым симпатикус, то небольшое движение животного уже вызывает сильное учащение сердечных сокращений. В сущности животное тогда теряет свою способность быстро двигаться из-за сильнейшего сердцебиения.

Оживление сердца ребенка. Уже давно известно, что сердце холонокровных животных (т. е. тех, которые изменяют температуру своего тела, в зависимости от окружающей их температуры, например, лягушки) может быть вырезано без остановки его сокращений; при осторожном вырезывании такое сердце может биться часами. У теплокровных животных, например, лошади, вырезанное сердце очень быстро перестает сокращаться. Это происходит от того, что у теплокровных животных температура их тела не зависит от температуры окружающего воздуха. Даже, если человек купается в холодной воде, температура его тела понижается только снаружи, под кожей, внутри же почти не изменяется. Поэтому вырезанное сердце, например, лошади, попадая в неподходящие для его сокращения условия, охлаждается и перестает биться. Но оно не теряет окончательно способности возобновить бие-ние, если через него пропустить теплую кровь. Кулябко удалось



оживить и возобновить сокращения сердца, вырезанного из трупа ребенка, спустя 20 часов после смерти. Для этого оказалось необходимым создать почти те же условия, в которых сердце находилось нормально в теле живого человека. Условия эти следующие: пропускание через него крови, насыщенной кислородом, и постоянное нагревание крови до температуры человеческого тела ( $36,6^{\circ}\text{C}$ ). Для этого в сосуд с дефибрированной кровью пропускают пузырьками кислород; кровь под давлением течет по трубке в аорту сердца, где она встречает на своем пути полулунные клапаны, захлопывающиеся и препятствующие ей пройти в предсердие. Но из аорты ведет отверстие в артерии, пронизывающие во всех направлениях самую мышцу сердца—сюда и устремляется кровь. Сердце помещается в сосуд с физиологическим раствором, который постоянно подогревается также до  $36,6^{\circ}\text{C}$ . Кровь, проходя по артериям сердца и выходя по венам (т. е. по той системе кровеносных сосудов, которая служит для питания сердца и называется обычно венозной, или коронарной), вызывает возобновление ритмического биения сердца на несколько часов. Детское сердце обладает большей жизнеспособностью, чем сердце взрослого человека, потому что детское сердце еще не перенесло множества болезней и лучше питается, благодаря широкому просвету сосудов. Чем меньше возраст ребенка, тем лучше и чаще удается оживление сердца. По Осиневскому, через 5 часов после смерти оживление происходит в 100% случаев, через 10—18 часов — только в 50% и через 20 часов — 20%.

Возрастные физиологические особенности мышцы сердца. У взрослого животного перерыв искусственного дыхания (при вскрытой грудной полости) даже на 1 мин. влечет за собой необратимую остановку сердца, несмотря на массаж сердца и возобновление дыхания. Но у щенка 3—4 месяцев (по Аршавскому<sup>1</sup>) обнаруживается удивительная живучесть сердца—при тех же условиях перерыва искусственного дыхания сердце продолжает работать в продолжении 30—40 мин. Оживление сердца особенно хорошо удается у детей (Кулябко) и тем лучше и скорее, чем моложе дети; сердце старых людей оживить не удавалось.

Если обнаженное сердце взрослой собаки раздражать индукционным током с частотой в 30—40 раз в мин., то начинается фибрилляция (поверхностное сокращение) сердца, заканчивающаяся его смертью. При тех же условиях раздражения сердце щенка, хотя и начинает также фибриллировать, но после окончания раздражения возвращается к нормальным сокращениям.

<sup>1</sup> И. А. Аршавский, Нервная регуляция деятельности сердечно-сосудистой системы в онтогенезе, 1934, Биомедгиз, М.—Л., 76 стр.

Сердца взрослых людей, труднее оживать. Сначала, например, кончик правого предсердия. Затем начинается ритм уже следуют сокращения.

Французский исследователь дежуривший, сделал вывод, что устойчив к аноксемии, чем о время Аршавский<sup>2</sup> с сотрудниками выводом как

По его данным, «животные чувствительнее к аноксемии, чем в раннем возрасте отсутствию стороны сердца и дыхания, тельно адаптироваться и не с содержанием  $\text{O}_2$  от 14 до (у щенков не работают еще тальные рефлекторные меха

У детей 10—11 месяцев в камерах, с содержанием учащения дыхания и сердце годовалого ребенка отмечать мере углубления аноксемии таться ноги, потом руки и,

У исследованных детей (ниги кожи) утрачивается головку уже при 17%  $\text{O}_2$  через 30—60 мин.).

То же и при действии до 30 мг. на 1 кг. веса) тельными для щенков в уже через 4—6 дней. Тельны к иприту (как на слые собаки.

<sup>1</sup> С. В. Андреев, О сердце. Бюллетень экспериментальной физиологии, стр. 54—56.

<sup>2</sup> И. А. Аршавский, О чувствительности дежуривший, экспериментально Л. А. Красновский, и дыхательной системы у животных. Бюллетень т. XVI, вып. 1—2.



Сердца взрослых людей, умерших от заразных болезней, труднее оживлять. Сначала оживают отдельные части сердца, например, кончик правого или левого ушка вокруг устья нижней поллой вены, посредине между правым желудочком и предсердием. Затем начинается сокращение в желудочках, за которым уже следуют сокращения и в предсердиях<sup>1</sup>.

Французский исследователь П. Бер (1878), подвергая новорожденных животных действию недостатка кислорода — аноксемии, сделал вывод, что организм новорожденных более устойчив к аноксемии, чем организм взрослых. Но в последнее время Аршавский<sup>2</sup> с сотрудниками (1943 г.) пришел к прямо противоположным выводам как для животных, так и для человека.

По его данным, «животные раннего возраста гораздо чувствительнее к аноксемии, чем взрослые животные, потому что в раннем возрасте отсутствуют приспособительные реакции со стороны сердца и дыхания, позволяющие взрослой собаке длительно адаптироваться и не погибнуть при вдыхании воздуха с содержанием  $O_2$  от 14 до 5%, при котором гибнут щенки» (у щенков не работают еще синускаротидные и сердечно-аортальные рефлекторные механизмы).

У детей 10—11 месяцев, помещавшихся в герметизированных камерах, с содержанием  $O_2$  от 16 до 13%, не наблюдается учащения дыхания и сердцебиения как у взрослых; только у годовалого ребенка отмечалась эта реакция. У взрослого по мере углубления аноксемии прежде всего отказываются двигаться ноги, потом руки и, наконец, голова.

У исследованных детей при наступлении цианоза (посинения кожи) утрачивается способность удерживать вертикально головку уже при 17%  $O_2$  (что проходило на свежем воздухе через 30—60 мин.).

То же и при действии ипритом: несмертельные дозы (от 20 до 30 мг. на 1 кг. веса) для взрослых собак, являются смертельными для щенков в возрасте от 12 до 15 дней, гибнущих уже через 4—6 дней. Таким образом, щенки более чувствительны к иприту (как накожно, так и внутривенно), чем взрослые собаки.

<sup>1</sup> С. В. Андреев, О процессе восстановления деятельности трупных сердец. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, 1944, 7—8, стр. 54—56.

<sup>2</sup> И. А. Аршавский, Л. А. Красновская и В. А. Маятникова, О чувствительности детей раннего возраста к недостатку кислорода. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, 1943, т. XV, вып. 6.

Л. А. Красновская, К механизму изменений сердечно-сосудистой и дыхательной системы при гипоксемии в различные возрастные периоды у животных. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, 1943, т. XVI, вып. 1—2.



Запасные резервуары крови в организме. Селезенка как запасный резервуар крови. Последние опыты показали, что селезенка является местом запаса для крови. Во время покоя кровь скопляется в ней и увеличивает ее размеры. При начале же работы мышц она отливает из селезенки и притекает к работающим мышцам. Английский физиолог Баркрофт показал это на живом животном следующим остроумным способом. Он вытягивал селезенку осторожно, не обрывая ее кровеносных сосудов, из полости живота под кожу, рану же в животе зашивал. Селезенка была выведена наружу и соединялась с полостью живота только кровеносными сосудами. В кожу над селезенкой вшивалась прозрачная пластинка целлулоида, которая обычно очень хорошо и плотно обрастает кожей. Таким образом, получалось целлулоидное окошечко, через которое можно было наблюдать за состоянием селезенки. Тогда то и было установлено, что селезенка является запасным местом для крови. Объем ее быстро уменьшается при начале движений собаки. Баркрофт показывал свою собаку с целлулоидным окошечком на всемирном физиологическом съезде в 1926 г. После небольшой прогулки по городу селезенка уменьшалась в объеме, при отдыхе опять наполнялась кровью и увеличивалась в объеме.

Кроме селезенки, большое количество крови может находиться временно вне большого и малого круга кровообращения в коже, мышцах и других органах (в количестве больше 1 л.).

Кора мозга и сердце. Эмоции и сердце. Ритм работы сердца не может быть изменен сознательной волей человека.

Это значит, что нервные импульсы из коры мозга не поступают к сердечным нервам. Но очень редко все же встречаются люди, могущие самопроизвольно ускорять и замедлять ритм своего сердца. Так, Тарханов у одного студента наблюдал споров в секунду. Гораздо реже встречаются люди, способные замедлить работу сердца. Но последние опыты очень опасны, так как имеются случаи смерти от такой остановки сердца. В то время как непосредственное воздействие коры мозга на работу сердца является редким исключением среди людей, воздействие различных переживаний человека, его эмоций, чрезвычайно резко сказывается на работе сердца. Радость, горе, испуг, страх, внезапно переживаемые, сильнейшим образом действуют на сердце человека, заставляя его то учащать сокращения, то на несколько мгновений останавливаться. Такое поведение сердечно-сосудистой системы особенно выражено у ребенка и подростка. Каждое их переживание отражается на расширении и сужении капилляров кожи лица (появляется румянец или бледность кожи), сердце



же их чутко реагирует на каждое изменение чувств, быстро изменяя число и силу своих сокращений.

Физкультурная и трудовая нагрузка на сердце человека различного возраста. В жизни человека сердце дважды отстает в своем развитии и работоспособности от других органов тела, особенно скелетных мышц и нервной системы. У ребенка 6—7 лет имеется отставание в росте сердца от роста кровеносных сосудов; кроме того, иннервация сердца перерастает, опережает развитие самой сердечной мышцы и поэтому, сильно возбуждая последнюю, может ее истощить. Отсюда необходимость сугубой осторожности в дозировании физической нагрузки на организм ребенка.

Второй раз в жизни человека сердце расходится в своей резервной силе в сравнении с мышцами и нервной системой в старческом возрасте (с 50 лет).

Имеется много случаев, описанных в практике физкультуры, когда пожилые люди (50 лет) для омоложения организма и повышения падающей трудоспособности начинали интенсивно заниматься спортом и физкультурой. Успешно конкурировали с молодежью, затем внезапно заболевали инфарктом сердца (закупорка сосуда); если продолжали попрежнему заниматься спортом, то получался вторичный инфаркт и наступала смерть.

Умеренные физические упражнения и даже спорт, но в пониженном темпе, совершенно необходимы и для старческого организма, но интенсивные спортивные соревновательные занятия уже невозможны для такого сердца. Между тем для мышц, нервной системы, легких эти упражнения вполне еще по силам. Привычный тяжелый физический труд для старого человека не опасен, так как при нем нет нарастающего усилия, например, как при беге на финише, или предельных усилий, например, подъем гирь, борьба, бокс и т. п.

---



## Глава IV. ПИЩЕВАРЕНИЕ

*„Даже сам желудок человека, как бы презрительно мы на него ни смотрели, является не животной, но человеческой сущностью в силу своей универсальности, не ограниченной определенным родом питательных веществ“.*

Людвиг Фейербах  
(Основы философии будущего).

**Введение.** Кислород непрерывно входит в организм человека небольшими порциями, пища, наоборот, поступает большими массами, но только 2—3 раза в сутки.

Большое сравнительно количество пищи должно перевариваться, расщепляться на свои составные части в течение нескольких часов. Самые разнообразные пищевые продукты (хлеб, мясо, сыр, картофель, молоко, огурцы, яйца, яблоки), совершенно не похожие на ткани тела человека, перевариваются, т. е. превращаются в такие простые вещества, из которых строятся ткани организма.

Процесс расщепления происходит в особой пищеварительной системе, работающей по «принципу конвейера»; в каждой определенной части пищеварительного пути пища подвергается только частичному процессу переваривания. На конвейере, установленном, например, на автомобильном заводе, движется бесконечная лента, на каждом отрезке которой рабочие делают только одну операцию, например, опускают сверху кабину автомобиля на подвинувшуюся к ним раму, следующие два рабочих приделывают рулевое управление и т. д. Непрерывно, медленно двигаясь, будущий автомобиль обрastaет все новыми частями, благодаря работе стоящих вдоль конвейера рабочих.

Так же и пища движется от ротового отверстия животного до прямой кишки, подвергаясь в ротовой полости одной обработке, в желудке второй, в двенадцатиперстной кишке—третьей, вплоть до прямой кишки, откуда выбрасываются негодные для питания организма вещества. Движение пищи только в одном направлении с определенной небольшой скоростью осуществляется благодаря сокращению гладких мышц в стенках кишек. Если это так называемое перистальтическое движение



кишечно-желудочного тракта сильно ускорится, то пища не будет успевать перевариваться частично в каждом отрезке тракта. Если, наоборот, движение будет замедленно, то произойдет остановка и расстройство пищеварения. Сила и скорость перистальтики регулируется нервной системой.

Деятельным началом в этом своеобразном химическом «конвейере» являются особые химические вещества — «ферменты», или ускорители химических реакций. Без ферментов пищеварение не может осуществляться в пищеварительном тракте; пища может часами лежать без изменений в желудке, если в нем не выделяется нужный для желудочного пищеварения фермент, хотя все другие условия для процесса пищеварения имеются. Каждый фермент делает только свою строго определенную часть работы по расщеплению пищевого продукта; один фермент не может заменить другой. Конечно, приведенное сравнение, как и всякая аналогия, имеет только ограниченные черты сходства. Вслед за внешним описанным сходством имеются резко отличительные черты различия. Но все-таки это образное сравнение пищеварительной системы с заводским конвейером дает возможность охватить работу пищеварительного тракта как целого.

Химическое исследование различных видов пищи (мяса, хлеба, овощей, фруктов и др.) показывает, что внешнее разнообразие может быть сведено к трем основным веществам, входящим в состав всех известных пищевых продуктов, именно: белкам, жирам и углеводам.

В чистом виде белок представлен белком куриного яйца, жир — растительными и животными жирами и маслами, а углевод — крахмалом и сахаром.

Если взять кусок мяса и подвергнуть его исследованию, то окажется, что в нем много белка, меньше жира и очень мало углеводов. Наоборот, в картофеле имеется значительно больше углеводов, чем белков и жиров.

В настоящее время все известные пищевые продукты изучены по содержанию в них белка, жира и углеводов. Кроме того, в пище имеются соли, витамины и вода.

Пищеварение в ротовой полости. Пища, попадая в рот, подвергается предварительной обработке и начинает перевариваться, измельчаясь зубами и смачиваясь слюной. Твердые пищевые продукты (сухой хлеб, сыр, жареное мясо) размалываются и перетираются зубами, превращаясь в пищевую кашу.

Пережевывание пищи представляет собой предварительный акт пищеварения, определяющий дальнейшее течение пищеварения в желудке и кишках. Если кусок пищи недостаточно пережеван, то он может подвергнуться действию ферментов же-



лудка и кишек только с поверхности и пройти по всему желудочно-кишечному тракту без распада на белки, жиры и углеводы; усваиваемость хорошо пережеванной и плохо перетертой зубами пищи весьма различна.

По опытам Флетчера, около 40% всей пищи остается непереваренной при плохом пережевывании и проходит бесполезно для организма по пищеварительному тракту. Таким образом, один и тот же паек может быть достаточен для одного человека, хорошо пережевывающего пищу, и мал для человека того же веса, но спешащего, глотающего пищу.

Новорожденный ребенок не имеет зубов, они ему и не нужны для переваривания молока матери. Зубы начинают прорезываться с начала второго полугодия. Первые зубы<sup>1</sup> (нижние, реже верхние, средние резцы) появляются к 7—8 мес., на 9—10 мес. показываются 4 верхних резца, на 11—12 мес.—боковые нижние резцы, т. е. в конце первого года ребенок нормально имеет 8 зубов-резцов. На 14—16 мес. прорезываются 4 малых коренных, на 18—20 мес.—4 клыка и к 22—24 мес.—4 вторых малых коренных. Таким образом, в конце второго года нормально ребенок имеет 20 так называемых молочных зубов.

Таблица средних величин и границы нормы числа постоянных зубов по возрастам (в целых числах зубов) (по Бродовской)

Возраст	Мальчики	Девочки
	границы нормы от—до	границы нормы от—до
5 лет	0—1	0—1
6 "	0—3	0—5
7 "	3—10	5—10
8 "	9—12	10—13
9 "	11—13	12—15
10 "	12—16	13—20
11 "	14—23	16—25
12 "	19—28	23—28
13 "	26—28	26—28
14 "	27—28	27—28
15 "	28—28	28—28
16 "	28—28	28—28
17 "	28—28	28—28

Иногда у некоторых детей прорезывание зубов сильно запаздывает. Изменение в прорезывании зубов тесно связано с изменением в работе пищеварительного тракта.

В ротовой полости некоторые вещества прямо всасываются в кровь слизистой оболочкой рта (например, алкоголь, фенол,

<sup>1</sup> Р. О. Лунц, Физиология и диететика ребенка раннего возраста, 1931 г., Медиздат, 166 стр.

пирамидон, никотин  
10 мин. появляются  
Во рту на пищу  
желез. Слюна соде  
кусочки пищи и де  
кашице без трения  
и дальше в же  
вкуса; только те  
в слюне. Замечат  
ной системе, инн  
соблюдаться к роду  
на мокрый хлеб, н  
на сухой хлеб, н  
ляется, наоборот  
У взрослого чело  
Слюна содер  
нает быстро пер  
собрать в проб  
крахмал и подо  
найти химически  
Но прокипячен  
так как фермен  
туре.

Для того, ч  
слюны, необход  
слотой. Таким  
ее при низкой  
катализаторы

Пищевар  
Слюна ребен  
количестве и  
незначительн

Реакция  
в течение дн

По Старр  
порциональн  
жевании ко  
временно у

У новор  
у тех, кото  
Гимансону.

<sup>1</sup> Р. О.  
функции сл  
и медицины,  
<sup>2</sup> Б. П.  
М., Госизда  
5



пирамидон, никотин, атропин, нитроглицерин) и уже через 10 мин. появляются в крови<sup>1</sup>.

Во рту на пищу изливается слюна из трех пар слюнных желез. Слюна содержит белок—муцин, который обволакивает кусочки пищи и делает ее скользкой, что позволяет пищевой кашице без трения соскользнуть из ротовой полости в пищевод и дальше в желудок. Слюна служит также для ощущения вкуса; только те вещества имеют вкус, которые растворяются в слюне. Замечательно, что слюнные железы, благодаря нервной системе, иннервирующей их, могут очень быстро приспособляться к роду пищи, появляющейся в ротовой полости. Так, на мокрый хлеб слюны выделяется значительно меньше, чем на сухой хлеб; на воду, влитую в рот, слюны почти не выделяется, наоборот, на сухие сухари выливается много слюны. У взрослого человека за сутки выделяется 700 см.<sup>3</sup> слюны.

Слюна содержит особый фермент — птиалин, который начинает быстро переваривать углеводы, например, крахмал. Если собрать в пробирку слюну человека, затем к ней прибавить крахмал и подогреть до 38°, то уже через 2—3 мин. можно найти химическим путем сахар, образовавшийся из крахмала. Но прокипяченная слюна уже не разлагает крахмал в сахар, так как фермент—птиалин разрушается при высокой температуре.

Для того, чтобы получить сахар из крахмала без птиалина слюны, необходимо длительно кипятить крахмал с серной кислотой. Таким образом птиалин ускоряет реакцию и проводит ее при низкой температуре. Отсюда и название ферментов—катализаторы (ускорители).

Пищеварение в ротовой полости ребенка. Слюна ребенка в возрасте до 4 мес. выделяется в небольшом количестве и содержит мало птиалина, поэтому слюна играет незначительную роль в пищеварительном процессе ребенка.

Реакция слюны — обычно щелочная, но сильно колеблется в течение дня ( $\text{РН} = \text{от } 5,6 \text{ до } 8,3$ )<sup>2</sup>.

По Старру,  $\text{РН}$  человеческой слюны изменяется прямо пропорционально содержанию  $\text{CO}_2$  в альвеолярном воздухе. При жевании концентрация водородных ионов (активная реакция) временно увеличивается, независимо от свойств и вкуса пищи.

У новорожденных слюна по реакции на лакмус нейтральна; у тех, которых кормят грудью, даже кислая. По Давидсону и Гимансону, реакция слюны у младенцев довольно постоянна,

<sup>1</sup> Р. О. Файтельберг и П. И. Гуменер, О всасывательной функции слизистой оболочки рта. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, 1945, т. 19, вып. 1—2, стр. 42—43.

<sup>2</sup> Б. П. Бабкин, Внешняя секреция пищеварительных желез, 1927, М., Госиздат, 550 стр.



колеблясь от слабо-щелочной до едва кислой, мало изменяясь даже при патологических условиях. К году жизни слюна ребенка сравнивается по содержанию птимаина со слюной взрослых.

У человека можно получить чистую слюну из одной железы, благодаря капсуле Лешли-Красногорского, представляющей собой присасывающуюся к отверстию слюнного протока серебряную капсулу с отводной резиновой трубкой. Слюна, вытекая из отверстия, не растекается в ротовой полости, а идет из капсулы по трубке и может быть собрана для исследования. Слюна возбуждает выделение желудочного сока.

В отличие от собаки, у человека слюна выделяется постоянно по  $0,2 \text{ см.}^3$  в 1 мин.

При заболевании желудка у человека, желудочный сок для исследования получается посредством выкачивания его через зонд, т. е. через резиновую трубку, проводимую через пищевод в желудок. По методу Быкова<sup>1</sup> употребляют два зонда: один служит для откачивания желудочного сока, другой — для раздувания баллончика с целью механического раздражения стенок желудка.

Пищеварение в желудке. Скользящий комочек пищи актом глотания проталкивается в пищевод, проходя мимо отверстия дыхательного горла. Уже при начале глотания рефлекторно закрывается надгортанный хрящ, благодаря чему пища не может пройти в трахею. Если ребенок говорит во время приема пищи, то кусочек последней может попасть в трахею и дальше в бронхи, что может повести к удушью. Обычно ребенок сильно кашляет при попадании частичек пищи в дыхательное горло, и струя воздуха выбрасывает их наружу. В пищеводе кусок пищи активно продвигается сокращением продольных и поперечных мышечных волокон. Весь процесс глотания и прохождения комка пищи из ротовой полости в желудок происходит рефлекторно, автоматически, без участия сознания человека. Также и дальнейшее продвижение пищи по пищеварительному тракту производится цепью последовательно работающих рефлекторных аппаратов.

Крючкова из лаборатории И. А. Аршавского наблюдала у щенят в возрасте до 10—12 дней отсутствие рефлекторного механизма регуляции работы желез желудка. Ни мнимое кормление, ни раздражение периферического отрезка блуждающего нерва не вызывали выделения желудочного сока и изменения потенциала слизистой желудка. Механическое раздражение желез (ритмическое наполнение желудка водой) вызывало выделение слабо-кислого сока.

<sup>1</sup> Учебник физиологии. Под редакцией проф. К. М. Быкова, 1944, 192 стр.



Рефлекторный механизм через блуждающий нерв начинает действовать с 10—12 дней жизни щенят. При мнимом кормлении выделяется кислый желудочный сок, содержащий впервые свободную соляную кислоту. Такой желудочный сок, переваривая фибрин, не может переваривать яичный белок. С момента включения блуждающего нерва желудочные железы непрерывно выделяют сок до возраста 20—25 дней, после чего выделение сока происходит только при действии пищи.

В желудке взрослого человека пища подвергается действию желудочного сока, состоящего из смеси соляной кислоты (0,5%) и ферментов: пепсина, сычужного фермента (лабфермента) и липазы. Соляная кислота способствует быстрому набуханию кусочков пищи и, кроме того, она создает ту кислую реакцию желудочного сока, в которой только и может работать фермент — пепсин. Под действием пепсина в кислой среде начинается первоначальное расщепление громадных белковых молекул в меньшие молекулы особых веществ — пептонов и альбумоз. Пищеварение углеводов, начавшееся в ротовой полости, продолжается в желудке внутри куска пищи, пропитанного слюной.

Желудочный сок переваривает все белки, поэтому бактерии, которые попадают с куском пищи, в желудке также перевариваются; желудочный сок может стоять долгое время открытым и не загнивать, как другие жидкости. Сычужный фермент створаживает молоко и играет первую роль в желудочном пищеварении новорожденного ребенка. Фермент — липаза — начинает переваривание жиров.

Желудок ребенка имеет нежную слизистую оболочку, обильно снабженную кровеносными сосудами, но бедную секреторными железами; малая емкость его только к 6 месяцам достигает 250—300 куб. сантиметров. Кислотность и ферментативная сила желудочного сока значительно усиливаются к концу первого года жизни ребенка, как показывает таблица.

По Цитовичу, скорость переваривания пищи у щенят происходит вдвое скорее (в часах), чем у взрослых собак. Но латентный период, т. е. время скрытого возбуждения пищеварительного тракта перед началом его работы, наоборот, вдвое медленнее (в минутах). Иначе говоря, у новорожденных время раскочки, вступления в работу замедлено в сравнении со взрослыми. Зато начавшаяся работа протекает вдвое скорее.

Желудочное пищеварение новорожденного ребенка отличается выраженной недостаточностью желудочной секреции как соляной кислоты, так и ферментов; оно приспособлено к створаживанию (лабферментом) молока, перевариванию его составных частей, но не к перевариванию белков мяса, хлеба. Липаза желудочного сока у взрослого человека работает слабо, а у грудного ребенка — сильно.



### Кислотность и ферментативная сила желудочного сока (по Маслову)

	У ребенка 1 мес.	У ребенка 12 мес.
Общая кислотность . . . . .	3,6—10 см <sup>3</sup> .	12—21 см <sup>3</sup> .
Свободная соляная кислота . . . . .	0,8—4,5 „	4—10 „
РН (активная кислотность) . . . . .	5,84	3,7
Пепсин . . . . .	2—8 ед.	16—32 ед.
Лабфермент . . . . .	32 „	256—512 „
Липаза . . . . .	4—10 „	30—40 „

### Изменение РН (активной кислотности) желудочного сока с возрастом

Возраст	РН (показатель кон- центрации водород- ных ионов)
1 мес. . . . .	5,84
3—7 мес. . . . .	4,94
7—9 „ . . . . .	4,48
9 „ . . . . .	3,76
Взрослые . . . . .	1,5—2,0

Так как пепсин работает наиболее сильно при оптимуме  $\text{РН} = 2,0$ , то пепсин желудочного сока у ребенка и не может работать, зато хорошо работает липаза и лабфермент.

Благодаря тому, что количество соляной кислоты в желудке ребенка недостаточно и фермент пепсин до года не может работать, дача белковой пищи, кроме молока, ребенку до 8 мес. должна производиться в минимальном размере. Как известно, при даче коровьего молока или особенно белковых препаратов, яиц, можно наблюдать у некоторых детей диатез — появление красных пятен на коже, сопровождаемых сильным зудом. Это возможно, происходит от ферментативной недостаточности ребенка.

Количество желудочного сока, изливающегося на пищу, зависит, как показал И. П. Павлов, от рода пищи (см. таблицу).

### Отделение жел

Время  
(в мин.)

10—5  
5—0  
0—10

0—5

5—10

10—15

15—20

20—25

25—30

30—35

Всего .

Павлов  
щие следит  
ствующих  
слонную ж  
тракта. Ж  
фистул. У  
проходимо

Пищ  
желудком  
прохода;  
круговым  
время, ко  
в этом с  
постоянно  
бы проц

В 12  
желез—п  
вается ж  
лудочны  
трипсин  
щелочно



Отделение желудочного сока у мальчика 4 лет при кормлении мясом, хлебом и молоком (по Бабкину)

Время (в мин.)	Опыт 1-й			Опыт 2-й			Опыт 3-й		
	К-во сока (в см. <sup>3</sup> )	Переварив. сила(в мм. <sup>3</sup> )	Кислотн. общая (в %)	К-во сока (в см. <sup>3</sup> )	Переварив. сила(в мм. <sup>3</sup> )	Кислотн. общая (в %)	К-во сока (в см. <sup>3</sup> )	Переварив. сила(в мм. <sup>3</sup> )	Кислотн. общая (в %)
10—5	1,2	—	—	0,6	—	—	1,2	—	—
5—0	0,5	—	—	0,4	—	—	0,8	—	—
0—10	Еда (40 г. мясных клецек)			Еда (40 г. хлеба с вареньем)			Питье (120 г. молока)		
0—5	1,4	—	—	0,8	—	—	1,6	—	—
5—10	5,0	5,8	0,401	6,9	7,2	0,420	2,3	—	—
10—15	6,5	6,0	0,474	3,4	—	—	1,8	4,0	0,404
15—20	2,6	—	0,474	3,3	—	—	2,4	—	—
20—25	1,4	—	—	2,2	6,4	—	0,7	—	—
25—30	0,8	—	—	1,9	—	—	1,1	—	—
30—35	0,4	—	—	—	—	—	—	—	—
Всего . .	18,1	—	—	18,5	—	—	9,9	—	—

Павлов со своими сотрудниками создал методы, позволяющие следить за всеми периодами пищеварения у живых, бодрствующих собак благодаря наложению фистул—отверстий—на слюнную железу, желудок и другие части кишечно-желудочного тракта. Животные хорошо переносят операции по наложению фистул. У человека производится подобная операция при непроходимости пищевода.

Пищеварение в 12-перстной кишке. Между желудком и 12-перстной кишкой нет постоянного свободного прохода; вход в последнюю закрывается особым сфинктером—круговыми мышцами. Сфинктер расслабляется только на малое время, когда пища в желудке делается жидкой. Пищеварение в этом отделе происходит только в щелочной среде, поэтому постоянное поступление соляной кислоты из желудка нарушило бы процесс пищеварения в 12-перстной кишке.

В 12-перстную кишку открываются протоки двух больших желез—печени и поджелудочной железы. Из печени изливается желчь, а из поджелудочной железы (панкреас) поджелудочный (панкреатический) сок, содержащий ферменты: трипсин, амилазу и липазу. Фермент трипсин расщепляет в щелочной среде альбумозы и пептоны до аминокислот. Амилаза расщепляет углеводы, липаза—жиры. Желчь эмуль-



Работа поджелудочной железы человека при переваривании пищи, богатой белками, углеводами и жирами (по Бабкину)

Часы переваривания	Сухари и чай (колич. сока в см. <sup>3</sup> )	Мясо (колич. сока в см. <sup>3</sup> )	Молоко со сливками (колич. сока в см. <sup>3</sup> )
1-й . . . . .	20,0	17	7
2-й . . . . .	26,0	18	6
3-й . . . . .	15,0	17	12
4-й . . . . .	14,0	14	10
Всего за 4 часа	75,0	66,0	35,0

гирует, т. е. раздробляет, жиры на мельчайшие капельки — эмульсию, которая затем и подвергается действию липазы; из жира получаются глицерин и жирные кислоты.

Т а б л и ц а  
Кислотность и сила ферментов в 12-перстной кишке

РН (активная кислотность) . . . . .	6,4—7,2
Трипсин . . . . .	512—1024
Амилаза . . . . .	570
Липаза . . . . .	28

При диспепсии (поносы) все эти данные для желудка и двенадцатиперстной кишки резко меняются.

Действие трипсина у детей более сильно выражено, чем пепсина; вообще пищеварение в двенадцатиперстной кишке у них лучше развито, чем в желудке.

У человеческого зародыша секретин (Коштоянц) и трипсин (Тачибана) появляются только на 4—4½ мес. развития зародыша. Перистальтические же движения появляются значительно раньше — на 8-й неделе, задолго до начала работы секреторного аппарата; к этому времени появляются ганглиозные элементы¹.

Необходимо отметить, что с вырезанным желудком человек может жить довольно длительное время; наблюдались случаи (у больных раком желудка), когда после удаления всего же-

¹ Х. С. Коштоянц и Р. П. Митрополитанская, Материалы к физиологии животных в онтогенезе. Сообщение I, Об автоматии кишечника зародыша человека. Физиологический журнал СССР, т. XVII, № 6, 1934, 1309—1313.



лудка и сшивания пищевода непосредственно с 12-перстной кишкой человек жил 1½ года.

Следовательно, 12-перстная кишка может заменить желудок, но не наоборот, — без 12-перстной кишки не удалось пока поддержать жизнь как животного, так и человека.

Возрастные изменения строения и функции кишечечно-желудочного тракта. Прорезывание и смена зубов у ребенка тесно связаны с развитием строения всего пищеварительного тракта (Китайгородская)<sup>1</sup>. В период беззубого детства преобладает безжелезистый тип клеточного строения желудка, что ведет к отсутствию синтеза соляной кислоты. В это время поджелудочная железа усиленно растет, и в ней происходит клеточная дифференцировка; поджелудочный сок непрерывно выделяется из нее при механическом раздражении. Благодаря ворсинчатости и неровностям слизистого слоя желудка в последнем происходит всасывание питательных веществ. Ввиду отсутствия соляной кислоты в желудке происходит щелочное пищеварение. Иногда такое пищеварение остается на всю последующую жизнь человека (конституционная ахилия). Во время периода молочных зубов выросты слизистого слоя желудка рассасываются, и всасывательная способность его уменьшается, клетки желудка уже способны выделять соляную кислоту. Активная реакция желудочного сока постепенно от щелочной становится кислой, доходя до  $\text{РН} = 2,1$ .

В период постоянных зубов клеточное строение желудка вполне закончено; клетки желудка могут в большом количестве выделять «запальный психический» сок.

В отличие от желудка, клеточное развитие поджелудочной железы<sup>2</sup> заканчивается уже в первые месяцы жизни человека, чем и объясняется особенный процесс пищеварения в организме ребенка в этот ранний период развития. Отмечены значительные колебания количеств ферментов в поджелудочном соке у нормальных детей (Руднев, Казанская, Китайгородская). Поджелудочная железа является основным местом для выработки пищеварительных ферментов (Болдырев), поэтому при заболевании этой железы уменьшается активная энергия всех клеток тела и обмен веществ нарушается. С точки зрения питания ребенку до 1 года необходимо крайне осторожно давать большое количество белков, требующих работы фермента — пепсина — в кислой среде.

Пищеварение и всасывание пищи в тонких кишках. После переваривания в 12-перстной кишке пища

<sup>1</sup> О. Д. Китайгородская, Возрастное развитие поджелудочной железы. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, 1944, т. XVIII, вып. 4—5, стр. 32—35.

<sup>2</sup> Там же, Эволюция структуры и функции желудка и поджелудочной железы. 1945, вып. 1—2, стр. 48—51.



поступает в следующий отдел — тонкие кишки. В тонких кишках пища не только окончательно переваривается, но и всасывается. В стенках тонких кишек имеются многочисленные железы (либеркюновы), выделяющие кишечный сок, содержащий целый ряд ферментов (эрепсин, липазу, карбогидразу). Фермент—эрепсин—в слабо-щелочной среде разлагает пептоны, поступающие из 12-перстной кишки и не успевшие перевариться там.

Кишечник грудного ребенка относительно длиннее, чем у подростков, и обладает хорошо развитой слизистой оболочкой при слабом мышечном слое. В кишечном соке имеются все ферменты, нужные для кишечного пищеварения, причем в отличие от старшего возраста преобладает брожение, а не гниение. Всасывание из кишечника в кровь для жиров равно 85—95%, а углеводов почти полностью<sup>1</sup>.

В тонких кишках всасывание происходит посредством выростов — ворсинок, покрывающих всю поверхность внутренних стенок кишек. Эти кишечные выросты — ворсинки — прежде всего многократно увеличивают поверхность всасывания для аминокислот, сахара и жиров (и продуктов распада последних). Но, кроме того, ворсинки способны активно ускорять процессы всасывания вышеназванных веществ. Рассматривая под биноклярной лупой внутреннюю стенку кишки у животного, можно заметить то сокращение, то расширение ворсинок. Движения ворсинок в настоящее время засняты кинематографически<sup>2</sup>.

Внутри каждой ворсинки входит кровеносный и лимфатический сосуды, в которые переходят питательные вещества из кишки через слой клеток ворсинки. При расслаблении ворсинки происходит насасывание веществ из кишки в ворсинку, при сокращении последней происходит выход содержимого из лимфатического и кровеносного сосудов. Самый механизм всасывания продуктов расщепления белков, жиров и углеводов через стенки ворсинок еще не выяснен окончательно и до настоящего времени. Но, несомненно, этот процесс не может быть сведен полностью к физико-химическим реакциям.

Как пищеварение, так и всасывание в тонких кишках можно изучать методом наложения кишечной фистулы, как это было рассказано для желудка и 12-перстной кишки.

Толстые кишки. Переход из тонких кишек в толстые опять закрывается «Баугиниевой» заслонкой. Пищевая кашица в толстых кишках уже не подвергается дальнейшему перевариванию, только из жидкой кашицы всасывается вода, и ка-

<sup>1</sup> Маслов М. С., Учебник детских болезней, Медгиз, 1940 г., Л., 639 стр.

<sup>2</sup> E. Abderhalden, Lehrbuch der Physiologie. Urbano. Schwarzenberg, Berlin 7-e изд., 1944, 426 стр.



пища уплотняется. Кроме того, в толстых кишках происходит гниение остатков пищи, которые не переварились во всех предшествующих отделах кишечно-желудочного тракта. При гнилостных процессах развиваются вредные для организма газы: сероводород, метан, углекислота, а также ядовитые вещества: фенол, индол, скатол.

Теория старения организма по Мечникову. Знаменитый русский биолог Мечников разработал теорию происхождения старости как самоотравления организма. Ядовитые газы и вещества толстых кишек, всасываясь в кровь, постепенно отравляют организм, ведут его к одряхлению. Если вводить в кишечник молочно-кислые бактерии, затрудняющие размножение гнилостных бактерий в толстых кишках, то можно, по Мечникову, удлинить жизнь и отдалить одряхление. Эта теория, не охватывающая организм как целое, а принимающая во внимание только одну систему организма, не оправдалась. Но в некоторых случаях, когда человек страдает кишечно-желудочным заболеванием, наблюдаются случаи быстрого одряхления организма даже человека средних лет.

Новейшие исследования над действием сероводорода (Ойвин) показали, что здоровый организм человека обладает механизмами для борьбы с сероводородом, который, попадая в кровь, в 1—2 мин. окисляется кислородом оксигемоглобина крови. Ядовитые вещества (скатол и другие) окисляются в печени.

Кишечно-желудочный тракт как целое. Изложение процесса пищеварения человека мы дали по частям, показав ступенчатое разложение пищевых продуктов в отдельных частях кишечно-желудочного тракта, в которых ферменты производят расщепление только до определенного уровня. При таком обычном изложении процессов пищеварения может создаться картина независимости желудка от 12-перстной кишки, а последней — от желудка и тонких кишек. На самом деле описанные части тесно взаимодействуют друг с другом у здорового ребенка и взрослого человека посредством нервной системы и крови. Двенадцатиперстная кишка не только получает от желудка пищу, уже частично переработанную, но как бы следит за желудочным пищеварением.

Можно часто наблюдать, что сейчас же после приема пищи ощущается позыв к дефекации (испражнению). Это показывает, что при приеме пищи приходит в возбужденное состояние не только верхняя часть пищеварительного тракта, но весь он в целом. Можно также наблюдать на собаке с фистулой протока поджелудочной железы, что из последней начинает выделяться поджелудочный сок тогда, когда пища еще не дошла до 12-перстной кишки. Только при виде пищи из фистулы поджелудочной железы уже выделяется сок. Но не только вниз от рта к пря-



мой кишке идет взаимодействие отдельных частей кишечного-желудочного тракта, но и вверх, в обратном направлении. Так, трипсин выделяется поджелудочной железой в недействительной форме, в виде трипсиногена. Чтобы последний перешел в трипсин, нужно присутствие другого фермента «энтерокиназы», имеющейся только в кишечном соке, приносимом кровью из тонких кишок к 12-перстной кишке. Липаза также активируется желчными кислотами печени. Сок поджелудочной железы, отделяется в большом количестве, когда в 12-перстную кишку вливается соляная кислота желудочного сока. Но не соляная кислота вызывает обильное отделение поджелудочного сока, а особое вещество, называемое «секретином», которое образуется в слизистой оболочке кишки под действием соляной кислоты. Секретин всасывается в кровь, и последняя приносит его к клеткам поджелудочной железы.

Здесь мы имеем пример так называемой гуморальной (т. е. через жидкость) регуляции работы желудочно-кишечного тракта. Но, кроме того, последний связывается нервной системой (вегетативной нервной системой) в одно целое. По этой системе идут сигналы о состоянии каждой части сегмента пищеварительного пути с большей быстротой, чем гуморальным путем, через кровь. Обе регуляции — нервная и гуморальная — сливаются при пищеварении в одну нервно-гуморальную регуляцию. Уже вид пищи выделяет из желудка сок благодаря возбуждению блуждающего нерва, иннервирующего желудок. Когда же пища попадает в желудок, она производит уже непосредственное механическое и химическое действие на клетки желудочных стенок, и сок выделяется более обильным образом. Для правильного пищеварения нужны и нервное и гуморальное возбуждение сокращения.

В пищеварении различают нервную и химическую фазы пищеварения.

Все части пищеварительного пути производят движения, способствующие продвижению пищи от пищевода к прямой кишке. Без этой перистальтики движение пищи остановилось бы; частично это имеется при запоре.

Желудок производит особенно энергичные движения, когда он пуст — это так называемые голодные движения желудка, которые можно записать, введя в желудок резиновый баллончик с длинной резиновой трубкой, соединенной в свою очередь с записывающей капсулой Маррея. Движения эти происходят благодаря наличию в стенках желудка и кишок гладких мышц, расположенных продольными и кольцевыми волокнами. Нормальное движение идет от желудка к прямой кишке, но при рвоте наступает обратный ход сокращения мышц и непереваренная пища выбрасывается через рот наружу. Если вырезать из тела животного весь пищеварительный тракт и подве-

сать его в со-  
матические дв-  
у ребенка  
щеварения пр-  
рожденный ре-  
жизни во сне  
зок времени о-  
Его пищева-  
рым он жи-  
своего роста  
Поступающие  
ную систему  
строго размер  
Но с гигие-  
ние режима  
пищеварения)  
низма, особен-  
Взаимо-  
кишечного  
лов показал,  
кишечно-жел-  
зависимость.  
изливается ж-  
течь до тех  
успокоится. Э-  
пищеваритель-  
варении у че-  
нетают пище-  
Павлов та-  
дочным трак-  
зываемые ус-  
ствуют у чел-  
в одной пост-  
вызывает сл-  
одном виде  
ловека выде-  
При одно-  
зываемый «  
него не пост-  
подробно из-  
Мнимом  
недостаток  
плохое пере-  
ходим прие-  
Шумова-Сим-  
лудочный с-  
(фистулы) —



сидеть его в соленой теплой воде, то можно наблюдать эти автоматические движения.

У ребенка движения пищеварительного тракта и процесс пищеварения происходят с определенной правильностью. Новорожденный ребенок, проводящий первые дни своей внеутробной жизни во сне, просыпается с криком через определенный отрезок времени от чувства голода и голодных движений желудка. Его пищеварение служит для него химическими часами, по которым он живет, спит, просыпается и бодрствует. По мере своего роста и развития он меньше спит и больше бодрствует. Поступающие через быстро развивающуюся центральную нервную систему раздражения внешнего мира начинают нарушать строго размеренную работу пищеварительного тракта.

Но с гигиенической точки зрения строгое и точное соблюдение режима приема пищи (и отдыха во время первого часа пищеварения) крайне важны для общего здоровья всего организма, особенно для ребенка и старика.

Взаимосвязь головного мозга и желудочно-кишечного тракта. Великий русский физиолог И. П. Павлов показал, что между головным мозгом и всеми частями желудочно-желудочного тракта может быть установлена тесная зависимость. Если собаке с желудочной фистулой, из которой изливается желудочный сок, показать кошку, то сок перестает течь до тех пор, пока кошка не будет удалена и собака не успокоится. Эмоция гнева сейчас же приостанавливает работу пищеварительных желез. То же самое происходит и при пищеварении у человека: сильные раздражения, например, гнев, угнетают пищеварение.

Павлов также показал, что между мозгом и желудочно-желудочным трактом можно образовать временные связи, так называемые условные рефлексы. Такие связи возникают и существуют у человека, например, когда он часто принимает пищу в одной посуде, тогда один вид этой посуды даже без пищи вызывает слюноотделение и сокоотделение в желудке. При одном виде лимона и даже только при слове «лимон» у человека выделяется слюна.

При одном виде пищи также изливается в желудок так называемый «аппетитный, запальный» желудочный сок, хотя в него не поступало никакой пищи (об условных рефлексах будет подробно изложено в главе «Высшая нервная деятельность»).

Мнимое кормление. У некоторых людей наблюдается недостаток выделения желудочного сока, что влечет за собой плохое переваривание белковой пищи. Для таких людей необходимо прием чужого желудочного сока. Павлов и его ученица Шумова-Симановская в 1890 г. впервые получили чистый желудочный сок у собаки, сделав ей два постоянных отверстия (фистулы)—одно в желудке, другое — в пищеводе. Когда голод-



ная собака жадно проглатывает куски пищи, то последняя выпадает из отверстия пищевода. Но хотя пища и не попадает в желудок, из последнего льется по каплям чистый желудочный сок, который и собирается в подвешенную бутылочку. Собаки с подобными фистулами живут годами, для собственного же их питания пищу вкладывают в желудок, закрывая его пробкой.

Фистулу желудка делают у больного человека при непроходимости пищевода от его сжатия или образования злокачественной опухоли. Питание больного с фистулой происходит также путем прямого вливания жидкой пищи в самый желудок. Переваривающую силу желудочного сока измеряют по длине (в мм.) переваренного столбика (свернувшегося от кипячения) куриного белка, насосанного в стеклянную трубочку.

Фистулы делают у животных в нескольких местах по всему ходу желудочно-кишечного тракта, что позволяет лучше изучить пищеварение, количество и качество пищеварительных соков. Для изучения поджелудочного сока отделяют проток поджелудочной железы и вырезают отверстие этого протока вместе с куском стенки 12-перстной кишки, который и вшивают в брюшную стенку. Тогда при даче пищи можно собирать изливающийся поджелудочный сок и изучать его. Подобным же, несколько измененным образом делают фистулу желчного пузыря. Благодаря методу фистул физиологи изучают пищеварение в различных частях желудочно-кишечного тракта на полифистульных собаках.

Понижение аппетита у детей (анорексия) и его причины. У детей одной из частых причин длительной потери аппетита является пониженная секреция слюнных желез. Дети при этом очень медленно жуют пищу и долго не проглатывают ее. Если брать пищу небольшими порциями и запивать ее водой, аппетит быстро возвращается. Другой причиной может быть однообразие пищи. Организм ребенка насыщен определенной пищей, отчего возбудимость «пищевого центра» глубоко понижена, поэтому необходимо разнообразить пищевые продукты, входящие в состав детских блюд.

Потеря аппетита вызывается и общим понижением обмена, что можно предотвратить усилением мышечной деятельности, прогулкой на свежем воздухе, ваннами, обтираниями и т. п.

Если заболевают пищеварительные органы, то потеря аппетита является защитным актом со стороны организма. При этом язык покрывается толстым слоем погибшего эпителия, что происходит благодаря тормозному трофическому рефлексу с желудка и кишок на язык. Понижение трофических импульсов вызывает ускоренное отмирание эпителия на языке и образование налета на нем. От этого понижается вкусовое ощущение и теряется аппетит. Когда при насморке дети проглатывают

слизь, пос  
его заболе  
Но пот  
нервную с  
становки.  
Аппети  
сахара пе  
Перека  
как пока  
постановк  
нарушает



слизь, последняя заражает пищеварительный тракт, вызывая его заболевания.

Но потеря аппетита может чаще произойти от действия на нервную систему неблагоприятной окружающей ребенка обстановки.

Аппетит ребенка можно легко испортить, например, дачей сахара перед едой; его можно давать только после еды.

Перекармливание одним сортом пищи, например, сыром, как показывают опыты Красногорского (с соответствующей постановкой их на образование условного рефлекса), также нарушает аппетит.



## Глава V. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИЯ

*„Жизнь организма складывается из трех явлений: превращения вещества, энергии и формы“.*

К. А. Тимирязев

*„Жизнь есть форма существования белковых тел“.*

Ф. Энгельс

Пища и пищевые продукты. Многие пищевые продукты имеют несъедобные части, обычно не употребляемые человеком (например, кости рыбы, ее чешуя, внутренности). Все это необходимо вычесть из общего веса пищевого продукта. Но и то, что идет в пищу и проходит по пищеварительному тракту, также не полностью усваивается. Поэтому для каждого вида пищевого продукта изучена степень его усвояемой части, выражаемой в процентах.

Процент усвояемости и той пользы, которую приносит продукт для организма человека, зависит от состава данного вида пищи (например, хлеба, молока, мяса и др.), от количества входящих в него белков, жиров, углеводов, солей и так называемых витаминов (см. дальше). Для того чтобы узнать состав данного пищевого продукта, производят его анализ, т. е. разлагают его химическими методами на белки, жиры, углеводы, соли и воду.

Анализ пищевых продуктов производится в особых биохимических лабораториях. Прежде всего определяется содержание воды, для чего продукт высушивают до постоянного веса; потеря в весе дает величину содержания воды. Затем извлекают серным эфиром весь жир (эфир растворяет жир). Испаряя эфир, получают жир, содержащийся в данном пищевом продукте. Затем извлекают водой все углеводы. Наиболее сложно определение количества белка: его обливают серной кислотой и подогревают, тогда белок, разлагаясь, выделяет весь содержащийся в нем азот в виде аммиака, в котором и определяют количественно азот. Зная количество азота, легко вычислить количество белка, в состав которого входил азот, именно умножают количество последнего на 6,25.

Молоко и его количественный и качественный состав. Молоко является единственной пищей новорожденного. Тело ребенка растет и развивается в первый год

его жизни то  
в молоке. Ко  
равняется  $\frac{1}{5}$   
сяца жизни;  
700—800 г., а  
900—1000 г.  
ются белки,  
чество белка  
и козьем. Бел  
другие мало  
чество железа

Женское . . .  
Коровье . . .  
Козье . . . . .

Молоко

Женское . . .  
Коровье . . .

Существую  
дуктов с указ  
нескольких на

Содержан

Хлеб чер  
Хлеб бел  
Рис . . .  
Говядина  
Селедка  
Картофель



его жизни только за счет питательных веществ, содержащихся в молоке. Количество высасываемого молока новорожденным равняется  $\frac{1}{5}$  веса его тела, или 600 г. в сутки в первые 2—3 месяца жизни; с 3 до 6 месяцев оно равно  $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{7}$  веса тела, или 700—800 г., а во втором полугодии уже уменьшается до  $\frac{1}{8}$ , или 900—1000 г. Главными составными веществами молока являются белки, жиры, сахар и соли. Как видно из таблицы, количество белка в женском молоке вдвое меньше, чем в коровьем и козьем. Белок молока представляют: альбумин, глобулин и другие мало изученные белки. Необходимо отметить, что количество железа в молоке матери недостаточно для ребенка.

Средний состав молока (в %)

	Белки	Жиры	Сахар	Соли	Вода
Женское . . . . .	1,5	4,0	6,0	0,2	87,7
Коровье . . . . .	3,4	3,8	4,0	0,76	88,0
Козье . . . . .	3,7	4,3	3,6	0,80	87,6

Белковый состав молока (в %)

Молоко	Общее содержание белка	Состав белков		Содержание фосфора в казеине
		казеина	прочих белков	
Женское . . . . .	1,5	61,5	38,5	0,25
Коровье . . . . .	3,5	85,7	14,3	0,877

Существуют особые таблицы всех известных пищевых продуктов с указанием их состава. Даем в виде примера состав нескольких наиболее важных пищевых продуктов.

Содержание в 100 г. продуктов составных веществ (в %)

	Белки	Жиры	Углеводы
Хлеб черный . . . . .	8	0,7	44
Хлеб белый . . . . .	7	0,5	58
Рис . . . . .	8,0	1,3	79
Говядина . . . . .	15,8	28,5	—
Селедка . . . . .	18,5	14	—
Картофель сырой . . .	2,2	0,2	18,4



Важное физиологическое свойство каждого пищевого продукта — доставлять щелочные и кислые вещества, подщелачивать или подкислять соки организма.

Кислые и щелочные пищевые продукты (по Перльман и Зауер)

Сильно-щелочные	Слабо-щелочные	Сильно-кислые	Слабо-кислые
Молоко Тростник сахарный Чай Огурцы Томаты Желтая репа Красная репа Морковь Редиска Шпинат Салат Абрикосы Апельсины Изюм	Картофель Кольраби  Спаржа Зеленая капуста Белая капуста Фасоль Бобы Грибы Яблоки Груши Сливы Бананы Крыжовник	Говядина Телятина  Свинина Печенка Курица Селедка Треска Сыр Творог Рис Крупы Овсянка Колбаса Кексы Булочки	Ветчина Яйца  Горох Рис Коровье масло Шоколад Щука

Пища, богатая белками и жирами, сдвигает обмен в кислую сторону; безбелковая, богатая минеральными солями, — в щелочную. При первой пище ткани обезвоживаются, а при щелочной, наоборот, вода задерживается в тканях. При щелочной растительной пище моча принимает щелочную реакцию.

Белок является самым необходимым питательным веществом. Питаясь одним белком, можно жить долгое время. Из белка в организме человека образуются жиры и углеводы, но не наоборот. Без белка нет жизни. И вместе с тем белок может явиться для организма животного и человека при особых путях введения его в организм сильнейшим ядом, например, если белок молока попадает непосредственно в кровь, минуя кишечник. Если животному (морской свинке) ввести прямо в кровь или под кожу 1 мг. куриного белка, то животное останется жить, не давая никаких внешних изменений, но состав крови его сильно изменится, в чем можно убедиться, производя вторичное впрыскивание. Повторное введение 0,05 мг. непременно того же самого куриного альбумина вызовет смерть животного в течение нескольких минут (анафилактический шок). Ту же реакцию дают пептоны (пептоновый шок). Замечательно, что такую реакцию дает один и тот же белок, например, куриный альбумин. Белок гусиного яйца после введения куриного белка не даст уже такой реакции. Только, когда белок расщепится на аминокислоты в кишечно-желудочном тракте, он принесет организму свою незаменимую пользу.

Некоторые  
землянику,  
дуктов про  
щечно-желуд  
Люди, н  
ков использо  
Строе  
области физ  
молекулы; б  
генографиче  
удалось точ  
ка и измери  
Рентгено  
расстояние  
вой молекул  
было сделан  
если пропуст  
чей, то на ф  
видны точки  
щихся расст  
при отражен  
микрориста  
Оказалос  
пятнышками  
между микр  
Если на  
чек мышцы,  
вильно рас  
Таким о  
между атом  
ду, с больш  
Вторым  
лекулы явля  
ваемая уль  
молекулы, н  
Это оседани  
мости от ве  
ковой моле  
Возможн  
детского ор  
организма,  
стной биох  
Таким о  
ков, участв  
Можно  
Д. Л. Т  
В. В. Ефимов



Некоторые люди не могут пить коровье молоко, есть яйца, землянику, мясо крабов, потому что белки этих пищевых продуктов проникают в кровь в неизмененном виде через стенки кишечечно-желудочного тракта.

Люди, как показали специальные опыты, могут вместо белков использовать аминокислоты.

**Строение белков.** Современные научные открытия в области физики помогли проникнуть в тайну строения белковой молекулы; благодаря физическим методам исследования (рентгенографическому анализу и применению ультра-центрифуги) удалось точно выяснить расположение атомов в молекуле белка и измерить вес последней<sup>1</sup>.

Рентгенографический анализ позволяет точно подсчитать расстояние между отдельными атомами и их группами в белковой молекуле. Такой подсчет основан на том открытии, которое было сделано физиками при изучении структуры кристаллов: если пропустить через кристалл узкий пучок рентгеновских лучей, то на фотографической пластинке после проявления будут видны точки и пятнышки, расположенные в точно повторяющихся расстояниях друг от друга; эти пятнышки получаются при отражении рентгеновских лучей от граней невидимых нами микрокристаллов, составляющих в сумме видимый кристалл.

Оказалось, что можно, измерив расстояние между этими пятнышками и зная еще некоторые данные, судить о расстоянии между микрокристаллами.

Если на место кристалла поставить сухой белок или кусочек мышцы, нерва (подсушенного), то получают также правильно расположенные пятнышки на фотопластинке.

Таким образом и в белке можно подсчитать расстояния между атомами и их группами, входящими в белковую молекулу, с большой точностью.

Вторым плодотворным методом для изучения белковой молекулы является ультрацентрифуга. Центробежная сила, развиваемая ультрацентрифугой, настолько велика, что белковые молекулы, находящиеся в водном растворе, начинают оседать. Это оседание происходит с определенной скоростью, в зависимости от веса молекул; подсчет этих данных определит вес белковой молекулы (см. табл. на стр. 82).

Возможно, что приложение этих методов к изучению белков детского организма выявит их отличие от белков взрослого организма, что является одной из насущных проблем возрастной биохимии и физиологии.

Таким образом были определены молекулярные веса белков, участвующих в процессе внутриклеточного дыхания.

Можно предполагать, что с возрастом не только изменяется

<sup>1</sup> Д. Л. Тальмуд. Строение белка. Изд. АН СССР, 1940, М., 163 стр.



Название белка	Молекулярный вес
Цитохром С . . . . .	15 600
Желтый энзим . . . . .	82 800
СО—миоглобин . . . . .	17 200
Каталаза . . . . .	248 000

количество белков в тканях, но и строение самой белковой молекулы претерпевает резкие изменения. Есть уже указания на возможность качественных изменений белка с возрастом.

Синтетические способности животного организма с возрастом непрерывно падают<sup>1</sup>. Так, соотношение синтеза белков к их распаду снижается с возрастом следующим образом: 2 недели—16,6; 1 месяц—11,4; 3 месяца—4,3; 6 месяцев—1,58; 1 год—1,22 и 2 года—1,02, т. е. синтез равен распаду.

Протеины печени, например, очень сильно изменяются с возрастом. Опыты по введению протеинов молодых мышей взрослым мышам показали, что эти протеины не только чужеродны по отношению друг к другу, но различаются по своему химическому и структурному составу даже больше, чем протеины различных видов животных (Смирнова)<sup>2</sup>. Следовательно, белки по мере роста организма могут весьма значительно изменяться; белковая молекула претерпевает определенные структурные изменения.

**Белковый минимум.** В то время как жиры и углеводы могут заменять и превращаться друг в друга, белок по своему химическому составу настолько отличается от жиров и углеводов, что последние не могут образовать молекулы белка. Белок содержит азот, серу, которых нет в жирах и углеводах. Но белок может переходить в жир и углеводы, поэтому для животного тела прежде всего нужен белок. Наименьшее количество белка, которое совершенно необходимо для организма животных и человека и без которого наступает белковое голодание организма, называется **белковым минимумом**.

Белковый минимум количественно, конечно, меняется с возрастом (см. таблицу на стр. 83).

Белковый минимум зависит также от работы, которую совер-

<sup>1</sup> В. Н. Никитин, Возрастные изменения в синтезе и распаде белков в животном организме. Физиологический журнал СССР, т. XXI, вып. 5, 1941.

органов протеинов различных видов животных. Бюллетень Экспериментальной биологии и медицины, 1937, т. IV, вып. 5, стр. 419.

<sup>2</sup> М. Смирнова и О. Степпун, Общий метод определения гомо-

шает чело  
ствуют спо

Необход  
организма  
У взросло  
вается бел  
Без такой  
он выделяе  
отложения  
всех тканей

Полно  
нормальной  
человека н  
нимум) бе  
состав при  
нокислот.  
млекопита  
аминокисл  
синтеза бе  
жду тем в  
ные амин  
кислотами,  
триптофан,  
тионин и

У взро  
рост и фи  
аминокисл  
Не все  
служат ма  
гают, что  
аминокисл  
главными  
являться и  
6\*



шает человек, поэтому величины, данные в таблице, соответствуют спокойному состоянию человека.

Величина белкового минимума

Возраст	Количество белка на 1 кг. веса тела в сутки (в г.)
2—3 мес. до 1 года . . .	4
2—5 лет . . . . .	3,5
12—15 лет . . . . .	2,5
15—17 „ . . . . .	2,0
17—21 „ . . . . .	1,5
21 и больше . . . . .	1,0
для беременных женщин	1,5
„ кормящих грудью .	2,0

Необходимо прибавить, что организм ребенка отличается от организма взрослого по своей способности усваивать белок. У взрослого человека при тяжелой мышечной работе откладывается белок в мышцах, которые становятся толще и сильнее. Без такой работы излишний белок у взрослых не усваивается; он выделяется в виде азота с мочей или переходит в запасные отложения жира. В организме ребенка белок идет для роста всех тканей, особенно для мышц и нервных клеток.

Полноценные и неполноценные белки. Для нормальной жизни и особенно для роста и развития организма человека необходимы не только определенное количество (минимум) белка в сутки, но также и определенный качественный состав принимаемого с пищей белка. Белок состоит из 23 аминокислот. Аминокислоты не могут синтезироваться в организме млекопитающих и должны быть получены с пищей. Уже из аминокислот в организме образуются белки его клеток. Но для синтеза белков необходимо присутствие всех аминокислот, между тем в белках принимаемой пищи могут быть не все нужные аминокислоты. Жизненно необходимыми для роста аминокислотами, по современным биохимическим данным, считаются: триптофан, гистидин, треонин, валин, фенилаланин, лейцин, метионин и лизин.

У взрослых животных и человека, закончивших уже свой рост и физическое развитие, вредное влияние недостатка этих аминокислот проявляется значительно слабее, чем у ребенка.

Не все аминокислоты идут для синтеза белка, некоторые служат материалом для синтеза гормонов, например, предполагают, что адреналин (гормон надпочечников) происходит из аминокислоты—фенилаланина. Цистин или метионин являются главными источниками серы в организме животных и могут являться исходным веществом для глутатиона, инсулина, кера-



тина волос. Недостаток валина ведет к тяжелым нервным расстройствам; например, у крыс наблюдали чрезмерную чувствительность к прикосновению и потерю координации движений. Гистидин, как предполагают, служит для построения особого вещества—гистамина в коже и карнозина в мышцах.

На рост костей особенное влияние оказывает аминокислота—лизин, без которой уменьшается кальцификация всех костей; хрящи эпифизов длинных костей бывают обнажены. Недостаток одной аминокислоты в пище дает те же симптомы, как и недостаточное общее белковое питание, особенно для растущего организма. Без триптофана у животных наступает бесплодие.

**Содержание и биологическая ценность белков  
сырой пищи<sup>1</sup>**

В и д п и щ и	Содержание белка (в %)	Биологическая ценность белка (% азота)
Ветчина . . . . .	25	17,9
Бычья печень . . . . .	20,4	13,7
Говядина . . . . .	21,3	13,7
Куриное яйцо (вареное) . . . . .	13,2	12,0
Яичный белок (вареный) . . . . .	12,3	10,0
Бычье сердце . . . . .	16,0	11,3
Пшеничное зерно . . . . .	13,8	7,1
Пшеничная мука . . . . .	10,8	4,3
Зерна ржи . . . . .	7,5	3,0
Молоко . . . . .	3,3	2,6
Какао . . . . .	21,6	1,6
Картофель . . . . .	2,2	0,8
Шоколад . . . . .	12,9	0,

Питательная ценность данного белкового продукта зависит от степени его перевариваемости (в %) и биологической ценности. Белки животного происхождения, кроме яичного сырого белка, перевариваются лучше, чем растительные белки, но если последние освободить от примеси целлюлозы, то перевариваемость будет одинаковой. Варка белковой пищи увеличивает перевариваемость многих белков: если подвергнуть действию трипсина сырое и вареное мясо, то последнее быстрее переваривается.

Необходимо отметить, что процент нарастания белка происходит неравномерно в разных тканях. В мозгу прирост белка меньше, чем липоидов (особых жиров), так как после образования нервных клеток рост их очень медленен и процент белка неизменен; увеличивается в основном белое мозговое вещество, содержащее больше липоидов, чем белков. В мышцах, наоборот, наблюдается неуклонный рост белка.

По данным Капланского и Блока, белки мозга различных животных и человека мало отличаются друг от друга по содер-



### Увеличение процента содержания белка в организме человека с возрастом

В о з р а с т	Содержание белка (в %)
Эмбрион 21 $\frac{1}{2}$ мес. . . . .	4,25
4 " . . . . .	5,21
5 " . . . . .	5,80
5 $\frac{1}{2}$ " . . . . .	6,75
6 " . . . . .	7,8
7 " . . . . .	10,8
8 " . . . . .	10,94
Новорожденный . . . . .	11,8
" . . . . .	13,63
Ребенок 56 дней . . . . .	14,19
Взрослые люди . . . . .	15,2
" . . . . .	16,0
" . . . . .	16,8

жанию в них аминокислот; то же и для крови (для аминокислот человека и кролика). Отношение тирозина к триптофану—3:1. Содержание цистина в белках мышц у крыс на протяжении всей жизни животных приблизительно одинаковое. То же и для триптофана.

Жировой и углеводный обмен. Жировой обмен в организме человека тесно связан с углеводным обменом. При нарушении углеводного обмена нарушается и жировой («Жиры окисляются только в пламени углеводов»). Если последний нарушен, то жиры дают промежуточные продукты: бетаоксимасляную кислоту, ацетоуксусную кислоту, переходящую в ацетон; при большом накоплении этих веществ наступает отравление организма.

Особенно важны для нормальной физиологической деятельности жиры — липоиды, содержащие фосфор, так называемые фосфатиды и другие группы липоидов — стерины.

Некоторые гормоны: кортикальный гормон надпочечников, половых желез, витамин Д и вещества, вызывающие злокачественные опухоли, принадлежат к стеринам.

Жиры могут синтезироваться из белков и углеводов.

Липоиды особенное значение имеют для развития нервных клеток и нервов. Поэтому доставка липоидов с пищей беременной и кормящей матери, а затем новорожденному ребенку, особенно необходима для роста и развития нервной системы ребенка.



Кислоты	Жир новорожденного (в %)	Жир взрослого (в %)
Олеиновая кислота . . . . .	65	86
Пальмитиновая „ . . . . .	28	8
Стеариновая „ . . . . .	3	2

Состав жира изменяется с возрастом человека.

#### Изменение состава жира с возрастом ребенка

Возраст	Жир плечевой области (жирные кислоты в %)	
	Жидкие	Плотные
День рождения . . . . .	53	40
1 месяц . . . . .	64	29
3 месяца . . . . .	74	18
6 месяцев . . . . .	78	14
1 год . . . . .	70	22
2 „ . . . . .	77	18
6 лет . . . . .	82	11

Организм маленького ребенка не может задерживать много гликогена (животного крахмала), как это происходит у взрослого. Различие в содержании жирных кислот в жирах организма новорожденного и взрослого человека также довольно значительно.

Солевой обмен. Соли также совершенно необходимы для жизни живых организмов, особенно в костях имеется большое скопление солей. Но и все мягкие ткани содержат соли, входящие в состав протоплазмы и ядра клеток. Без солей невозможны процессы возбуждения в возбудимых тканях (нервных клетках, нервах, мышцах, железах); сам тургор клеток, их набухание водой не может происходить без солей.

Электрические явления в различных клетках возбудимых тканей невозможны без солей. Особенно необходимы разнообразные соли для растущего и развивающегося организма ребенка, для роста его костей, мышц и нервной системы.



Большая часть элементов, входящих в таблицу Менделеева, имеется в составе организма человека. Хотя в состав тканей входит большое число различных химических элементов, но не для всех из них известна их физиологическая роль.

Углерод	48,43%	к сухому остатку	Сера	1,60%
Кислород	23,70 „	„ „	Фосфор	1,58 „
Азот	12,85 „	„ „	Натрий	0,65 „
Водород	6,60 „	„ „	Калий	0,55 „
Кальций	3,45 „	„ „	Хлор	0,45 „
			Магний	0,10 „

Кроме этих элементов, в организме имеют первостепенное значение железо для построения гемоглобина крови; хлор—для образования соляной кислоты в желудке; иод, входящий в состав щитовидной железы; бром, необходимый для другой железы внутренней секреции—гипофиза; медь и марганец—для окислительных процессов в тканях; цинк—для размножения клеток в печени и половых железах; фтор входит в состав эмали зубов. Особенно необходимы для жизнедеятельности организма калий, натрий, кальций и магний. Для взрослого человека в сутки нужно 2—3 г. калия, 4—6 г. натрия, (т. е. 10—15 г. хлористого натра). У детей избыток хлористого натра вызывает солевую лихорадку (особенно при внутривенном вливании). Кальция особенно много в костях. Для взрослого человека суточная потребность в кальции равна от 0,6 до 3 г. Детям кальция нужно больше для роста костей. Железа для ребенка нужно 0,5 мг. на 1 кг. веса, беременной женщине также нужно больше железа; суточная же потребность для взрослого человека равна 15—20 мг.

**Водный обмен.** Вода наиболее нужна для растущего организма. Взрослый человек поглощает за сутки около 40 г. воды на 1 кг. веса тела, грудной же ребенок принимает до 200 г. воды на 1 кг. веса его тела. Вес тела ребенка падает при недостатке воды. Недостаток воды тяжелее отражается на растущем организме, чем на организме взрослого человека. При отсутствии воды высшие животные и человек умирают уже через несколько суток, в зависимости от температуры окружающего воздуха. Первым следствием отсутствия воды является сгущение крови, для проталкивания которой по кровеносным сосудам сердце затрачивает все большую силу.

С возрастом процент содержания воды (в желчи, см. табл. на стр. 88) уменьшается, количество же плотных веществ увеличивается.

<sup>1</sup> А. В. Захарова, Возрастные изменения содержания в белках мышц. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, 1944, т. XVII, вып. 1—2.



Возраст	Вода %	Муцин	Желчно-кислые соли, общее количество	Глико-холевый натрий	Тауро-холевый	Холестерин и лецитин	Минеральные соли
Грудные дети . . . . .	93,5	1,6	2,4	2,4	0,9	1,9	0,5
12—18 мес. . . . .	91,9	1,5	3,3	2,2	1,1	2,3	0,9
Взрослые . . . . .	87,6	2,8	6,4	3,5	1,6	2,0	0,8

Химический состав периферических нервов с возрастом изменяется в сторону увеличения жира и уменьшения фосфора.

Необходимо различать внешнюю и внутреннюю воду в организме человека. Внешней является вода, которую принимает человек в виде напитков: питьевой воды, чая, жидкой пищи (супы); каждый вид пищевых продуктов содержит большее или меньшее количество воды.

Кроме того, вода образуется из совершенно сухой пищи при ее окислении в тканях тела; это—вода эндогенного, внутреннего происхождения. При полном окислении 100 г. жира получается 107 г. воды, из 100 г. крахмала — 55 г. воды и из 100 г. белка — 41 г. воды. Но этой воды совершенно недостаточно для жизнедеятельности организма, поэтому взрослый человек пьет за сутки 2,5 л. воды. Вода покидает организм с мочой (1,5 л.), через легкие в виде водяного пара (400 см.<sup>3</sup>), через кожу и кишечник.

Строение воды. Талая вода. Тяжелая вода и ее особенное действие на живую материю. Молекула обычной воды, находящейся в комнатной температуре, состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода (H<sub>2</sub>O). Эта молекула воды, как было сказано выше, диссоциирует, т. е. распадается, на ион водорода (H), заряженный положительно, и на ион гидроксила (OH), заряженный отрицательно. Таких ионов в чистой воде очень мало и вода представляет собой скопление целых молекул. Но если тает снег и лед, то получающаяся талая вода состоит уже не из отдельных молекул, а из больших соединений в 16—18 молекул. Такое изменение строения воды влечет за собой ее особое физиологическое действие.

Талая вода обладает особым физиологическим свойством—ускорять рост и развитие растений. На далеком Севере, за полярным кругом, лето очень коротко. Растения тундры должны за это короткое время вырасти, дать семена и плоды. Этому быстрому развитию растений способствует талая вода.

Но суш  
которая не  
зависит от  
лой воды  
это так на  
зывают эле  
электриче  
водорода  
с удвоенн  
и входит в  
Тяжелу  
обычную в  
лой воды.  
тролиза —  
воду. Тяже  
ная вода т  
кипения тя  
Тяжела  
ческими св  
растения, р  
Может  
стов также  
исследован  
в воде, вы  
рез почки,  
Акад. Б  
ческие эле  
проходя че  
топов поки  
русского у  
Ради с  
мы как м  
низме ч  
щает белки  
исследовате  
зять, куда  
в него: фос  
сначала вс  
сы, напри  
путях след  
ко гипотез  
1 Э. Х.  
2 Акад.  
3 Н. В.  
менение их  
т. XXIII, вы



Но существует еще другая, так называемая «тяжелая вода»<sup>1</sup>, которая немного тяжелее обычной воды; бóльшая тяжесть ее зависит от того, что атом водорода, входящий в молекулу тяжелой воды весит вдвое больше, чем обычный легкий водород; это так называемый изотоп водорода. Изотопами в химии называют элементы, имеющие различный атомный вес, но тот же электрический заряд. Так, в 1932 г., нашли, что, кроме легкого водорода с весом, равным единице, имеется и тяжелый водород с удвоенным весом. Тяжелый водород, названный д е й т о н о м, и входит в состав тяжелой воды.

Тяжелую воду можно получить, многократно выпаривая обычную воду, тогда на дне останется малое количество тяжелой воды. Обычно в настоящее время ее получают путем электролиза — пропусканием постоянного электрического тока через воду. Тяжелая вода имеет молекулярный вес, равный 20 (обычная вода только 18), замерзает не при 0°, а при +3,8°; точка кипения тяжелой воды также не при 100°, а при 101,4°Ц.

Тяжелая вода обладает совершенно другими физиологическими свойствами, чем обычная вода. Она убивает бактерии, растения, рыб.

Может быть, вода в тканях плода и ребенка ранних возрастов также имеет свой особый химический состав? Будущее исследование, возможно, найдет это различие и также различие в воде, выпиваемой человеком и выделяемой из организма через почки, кожу и легкие.

Акад. Вернадский создал теорию о том<sup>2</sup>, что вообще химические элементы, составляющие пищу человека и животных, проходя через живую протоплазму, изменяются, и в виде изотопов покидают организм. Эта смелая мысль замечательного русского ученого требует большой экспериментальной работы.

Радиоактивные индикаторы — меченые атомы как метод изучения обмена веществ в организме человека. Когда человек при приеме пищи поглощает белки, жиры, углеводы и соли, то они скрываются от глаз исследователя и невозможно было до настоящего времени сказать, куда идет поглощенный белок или элементы, входящие в него: фосфор, сера и др. Идут ли они сейчас же в работу или сначала всякая пища и все ее части откладываются как запасы, например, в печени, мышцах и коже. Все предположения о путях следования различных составных частей пищи были только гипотезами<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Э. Х. Фритцман, Природа воды. Тяжелая вода. Л., 1935, 310 стр.

<sup>2</sup> Акад. Вернадский, Изотопы живого вещества. Доклады Академии наук СССР, 1926 г., декабрь.

<sup>3</sup> Н. В. Верховская, Искусственные радиоактивные изотопы и применение их в биологии и медицине. Успехи современной биологии, 1947, т. XXIII, вып. 3, 335—354 стр.



Для того чтобы следить за судьбой того или другого элемента, необходимо было его «пометить» и следить по этой пометке за его «странствованиями» в организме.

Физика с ее бурным современным развитием в области изучения ядра атомов, создания искусственной радиоактивности почти всех известных на земле химических элементов дала метод (физик Нильс Бор) для биологов, позволивший метить элементы.

Как известно, радий обладает замечательным свойством испускать потоки альфа-частиц, электронов и гамма-лучей. Физики сконструировали аппараты высокой чувствительности, позволяющие отсчитывать каждую заряженную частичку, вылетающую из радия или другого радиоактивного элемента.

В настоящее время физики разрешили также проблему средневековых алхимиков превращения одного элемента в другой и превращение многих химических элементов в радиоактивные.

Например, можно получить радиоактивный фосфор, который в отличие от обычного фосфора испускает заряженные частицы. Физик Нильс Бор смело решил впрыснуть в кровь животному такие искусственно радиоактивные элементы и затем следить за их путем в организме. Такие радиоактивные вещества называются «радиоактивными индикаторами».

Радиоактивный индикатор, впрыснутый в вену, быстро распространяется с кровью по всему организму. Но распределение различных радиоактивных индикаторов (например, радиоактивного фосфора) по различным органам будет неравномерным. Так, радиоактивный фосфор в относительно большой концентрации накапливается в костях и совсем не заходит в головной мозг.

Для открытия радиоактивного фосфора в различных частях тела пользуются его радиоактивностью, которая обнаруживается особым аппаратом — электронным счетчиком. Этот небольшого размера аппарат отсчитывает каждую радиоактивную частицу, попавшую в него, в виде отклонения струны. Каждая радиоактивная частица дает одно отклонение струны — один отсчет; таким образом, электронный счетчик позволяет отсчитывать количество вылетающих частичек из радиоактивного вещества; чем больше вылетает их в единицу времени, тем очевидно, больше имеется радиоактивного индикатора в данной части тела животного или человека.

Гамильтон, пользуясь описанной методикой, определил, что уже через 15 мин. радиоактивный индикатор может быть обнаружен в пальце человека после впрыскивания его в кровь; представленный к пальцу человека электронный счетчик начал свой отсчет через названный промежуток времени.

Животное,  
ные его тка  
электронному  
трацию радио  
тельно, что  
чем другие  
кости.

Благодаря  
можно даже  
вещества—в  
клетках слю

Таким об  
дить за судь  
вотный орган  
тодом изучат  
личных возр  
радиоиндикат  
можно мыша  
диофосфора  
мышцы. Через

Обмен  
тельные вещ  
приносимые  
роны, и кис  
клеткам—мы  
и других тка  
вещества вхо

В клетках  
кислородом  
в главе о вн  
с названным  
ферментам.  
углеводов, в  
менно идет и  
Между внеш  
обмен веществ  
углеводов, а

Отдав за  
состоянии в  
кислот, фосф  
рез почки, л  
распада исп  
ной энергии  
ленных листь

1 B. A. F r  
the Brain as m  
Chemistry, 1942



Животное, обычно, после впрыскивания убивается, различные его ткани растираются и на тарелочках подносятся к электронному счетчику. Частота отсчета указывает на концентрацию радиоактивного вещества в изучаемом органе. Замечательно, что мозг поглощает, как правило, меньше радиофосфора, чем другие органы, особенно много радиофосфора поглощают кости.

Благодаря большой чувствительности электронного счетчика можно даже определить, где больше находится радиоактивного вещества—в протоплазме клеток или их ядре (в гигантских клетках слюнных желез).

Таким образом, физиология в настоящее время может следить за судьбой того или другого вещества, введенного в животный организм, что дает возможность более совершенным методом изучать обмен веществ в теле животных и человека различных возрастов. Возраст имеет значение и для активности радиоиндикаторов. Так, при впрыскивании радиофосфора подкожно мышам различного возраста наибольшая активность радиофосфора была найдена во всех частях мозга у родившейся мыши. Через 1—2 недели жизни активность ослабляется<sup>1</sup>.

Обмен энергии в организме человека. Питательные вещества (белки, жиры, углеводы, витамины и соли), приносимые кровью от пищеварительного тракта, с одной стороны, и кислород оксигемоглобина, с другой,—приносятся к клеткам—мышечной, покровной (кожа), почечной, легочной и других тканей. Проникая через тончайшие слои лимфы, эти вещества входят в столь разнообразные клетки.

В клетках тканей и происходят сложные реакции окисления кислородом белков, жиров и углеводов. Как уже было сказано в главе о внутриклеточном дыхании, это соединение кислорода с названными веществами происходит благодаря окислительным ферментам. В клетках же происходит распад белков, жиров и углеводов, входящих в состав протоплазмы и ядра. Одновременно идет и синтез из аминокислот белков новой протоплазмы. Между внешней средой и организмом непрерывно происходит обмен веществами. Сложные вещества в виде белков, жиров, углеводов, а также кислород, входят в организм.

Отдав запасенную энергию, вещества эти уже в распавшемся состоянии в виде мочевины, мочевой кислоты, эфирно-серных кислот, фосфорной кислоты, углекислоты покидают организм через почки, легкие и кожу. Во внешней среде все эти продукты распада используются растениями, которые с помощью солнечной энергии синтезируют из них белки, жиры и углеводы в зеленых листьях.

<sup>1</sup> B. A. Fries and J. L. Chaikoff. The Phosphorus Metabolism of the Brain as measured with radioactive Phosphorus. Journal of Biological Chemistry, 1942, 141, № 2, p. 479—485.



На этот кругооборот веществ можно смотреть с точки зрения кругооборота энергии — нет материи без энергии и энергии без материи. Различные вещества содержат различные запасы химической энергии. Белки, жиры и углеводы содержат большое количество химической энергии, которая может быть превращена в тепловую энергию. Соединяясь с кислородом, эти сложные вещества выделяют значительное количество тепловой энергии. Если взять 1 г. сухого белка и сжечь его с кислородом, то получается количество тепла, равное 5 большим калориям. Количество тепла, нужное для повышения температуры 1 л. воды на 1° Ц, называется большой калорией.

Белок с кислородом не соединяется при обычных условиях, поэтому белок смешивают с бертолетовой солью и перекисью марганца в металлическом сосуде, называемом калориметрической бомбой. Смесь зажигают электрической искрой. Соприкасаясь с раскаленной смесью, белок сжигается с кислородом, выделяющимся из бертолетовой соли. Тепло, выделяющееся при этом, нагревает через металлическую стенку воду, повышение температуры которой измеряется термометром.

Сначала измеряют тепло, выделяемое при реакции бертолетовой соли с перекисью марганца, затем тепло того же количества этих двух веществ с белком. Вычитая первое из второго, получают то количество тепла, которое выделил один белок. Подобные же измерения произведены с жирами и углеводами. Оказалось:

1 г. белка	дает 4 больших калории тепла (в организме)
1 „ углевода	„ 4 „ „
1 „ жира	„ 9 „ калорий „

Благодаря установленному соотношению можно вычислить число калорий любого блюда, пищевого продукта, зная его белковый, жировой и углеводный состав.

Если точно учитывать всю пищу, которую поглощает человек определенного возраста в сутки, и знать состав этой пищи (т. е. содержание в ней белков, жиров и углеводов), то можно подсчитать то количество энергии, которое получает организм исследуемого человека. Такое изучение, конечно, производится у человека, поддерживающего свой вес на одном уровне, т. е. не голодающего и не толстеющего. Подобные опыты проводили многие физиологи, и было установлено, что количество пищи, необходимое для человека в сутки, зависит от его работы, особенно физической.

При легкой физической работе человеку в сутки нужно 2000—2300 больших калорий. При различных видах труда количество пищи, выраженное в калориях, будет соответствовать тяжести выполняемой работы. Можно узнать количество необходимой пищи с точки зрения доставляемой ею энергии для организма по одному газообмену, так как 1 л. поглощаемого

кислорода равно  
количество кис  
но подсчитать  
ществ кислоро  
Очевидно, и  
расходует эне  
энергии пищи  
также будет  
Взр

14—

10—

6—

2—

мен

Обмен  
в живом  
организме чело  
веческого  
жизни следу

Потр  
разл

Возр

Грудной .

До 5 лет

„ 10 „

„ 15 „

Нормы б

Возр

1—3 года

4—7 лет

8—13 „

14—17 „

Взрослые



кислорода равен 5 большим калориям. Таким образом, измерив количество кислорода, поглощенного за сутки человеком, можно подсчитать тепловую энергию от окисления пищевых веществ кислородом.

Очевидно, при постоянстве своего веса человек столько же расходует энергии, сколько ее получает в виде химической энергии пищи. Для различных возрастов количество пищи в % также будет различно. Приводим данные по Этуотеру.

Взрослому мужчине нужно . . . . .	100 %
„ женщине . . . . .	80 %
14—17-летнему юноше . . . . .	80 %
„ девушке . . . . .	70 %
10—13-летнему ребенку . . . . .	60 %
6—8 „ „ . . . . .	50 %
2—5 „ „ . . . . .	40 %
меньше 2 лет „ . . . . .	30 %

Обмен веществ и энергии в растущем и развивающемся организме человека. Потребность организма человека в белках, жирах и углеводах будет выражаться следующим образом.

Потребность в белках, жирах и углеводах у детей различного возраста (в граммах на 1 кг. веса тела)

В о з р а с т	Белки	Жиры	Угле- воды	Вода	Основ- ной обмен
Грудной . . . . .	4—3	5—6	10—12	150—100	40—60
До 5 лет . . . . .	3	3,5—4	10—12	90—80	60—50
„ 10 „ . . . . .	2,5	2,5—3	12—15	60—50	40—40
„ 15 „ . . . . .	1,5—2	2,5	10—12	40	40—32

Нормы белков, жиров и углеводов для организма по данным Всесоюзного института питания (в граммах)

В о з р а с т	Белки	Жиры	Углеводы	Калории
1—3 года . . . . .	37	33	193	1250
4—7 лет . . . . .	58	39	288	1773
8—13 „ . . . . .	70	39	371	2163
14—17 „ . . . . .	97	47	470	2740
Взрослые . . . . .	100	50	500	2500—3000



Если разделить расход энергии на вес тела, то получается другая картина, т. е. количество калорий на 1 кг. веса тела с возрастом падает. Так, в 5—6 лет — 90 калорий, в 8—9 лет — 80, в 10—11 лет — 72, 14—15 лет — 53 кал.; взрослых — только 44 кал. Такое падение соответствует уменьшению величин основного обмена с возрастом.

#### Пищевой рацион для детей различного возраста

В о з р а с т	Суточное количество тепла (в калориях)	Количество необходимых питательных веществ (в граммах)		
		Белки	Жиры	Углеводы
1 год . . . . .	940	33,4	38,4	76,8
3 " . . . . .	1330	49,0	47,0	137,0
5 лет . . . . .	1550	52,0	45,0	187,0
8 " . . . . .	1840	56,0	44,0	259,0
10 " . . . . .	2000	60,0	45,0	277,0
12 " . . . . .	2200	65,0	48,0	314,0
15 " . . . . .	2800	80,0	50,0	416,0

#### Расход энергии на 1 кг. веса тела:

Ребенок 1 мес. . . . .	91 к.
2,5 года . . . . .	81 "
10 лет . . . . .	60 "
14 " . . . . .	52 "
Взрослый человек . . . . .	44 "
Карлик взрослый . . . . .	82 "

Растущий организм ребенка подчиняется в своем метаболизме соотношению с величиной поверхности тела. Основной обмен на 1 кв. метр поверхности тела с возрастом изменяется следующим образом:

1—2 года . . . . .	46 больших калорий
2—6 лет . . . . .	43 "
6—10 " . . . . .	42 "
10—12 " . . . . .	41 "

Перед наступлением половой зрелости у девочек и мальчиков основной обмен повышается. При легкой физической работе и умеренной пище из 100% пищи расходуется:

	У ребенка	У взрослого
На основной обмен . . . . .	60%	60%
" рост и отложение вещества . . . . .	15 "	0 "
" специфически динамическое действие . . . . .	0,5 "	10 "
" передвижение тела . . . . .	15 "	25 "
" потери экскрементами . . . . .	5—10 "	5 "

Ввиду  
организма  
что витами  
гормонов  
ся на опи  
Назван  
шрифта. Т  
учно обоз  
торые вит  
ским путе  
Больш  
вается в  
не содер  
мые «ави  
статочном  
различных  
Замеча  
ются при  
Различаю  
заболеван  
ражают  
мах (мил  
т. е. в  
витамино  
Преж  
продукте  
ного вит  
ние вита  
В и т  
ствителе  
и ультра  
ло. Из  
рый, рас  
животны  
поглоще  
1 R.  
Berlin, Sc  
B. H



## Глава VI. ВИТАМИНЫ

Ввиду большого значения витаминов для роста и развития организма ребенка и новых открытий современной химии о том, что витамины являются исходными веществами для некоторых гормонов и ферментов, необходимо более подробно остановиться на описании и роли известных витаминов.

Название витаминов обычно дается по буквам латинского шрифта. Так, имеются витамины А, В, С, Д, Е, К, но более научно обозначать их по химическому составу и строению. Некоторые витамины в настоящее время уже получены синтетическим путем.

Большинство витаминов не синтезируется<sup>1</sup>, не вырабатывается в организме человека, а получается с пищей. Если пища не содержит их, то появляются тяжелые заболевания, называемые «авитаминозами», кончающиеся часто смертью. При недостаточном содержании их в пище наблюдаются расстройства различных функций, вызывающие длительные заболевания.

Замечательно, что тяжелые заболевания быстро излечиваются при достаточном приеме соответствующих витаминов. Различают лечебные и профилактические (предупреждающие заболевание) дозы витаминов. Величины доз витаминов или выражают в обычных весовых единицах—миллиграммах и гаммах (миллионная доля грамма) или в интернациональных дозах, т. е. в дозах, принятых международной комиссией ученых—витаминологов и гигиенистов.

Прежде обозначали количество витаминов в том или ином продукте в виде крестов: чем больше крестов, тем больше данного витамина в названном продукте. Теперь дается содержание витаминов более точно в весовых единицах.

В и т а м и н А<sub>1</sub> (аксерофтол) растворим в жирах, мало чувствителен к нагреванию, но разрушается от действия кислорода и ультрафиолетового света. При 18° представляет желтое масло. Из моркови получается особое вещество—каротин, который, расщепляясь на 2 молекулы, дает витамин А<sub>1</sub> (в печени животных и человека). Найден А<sub>2</sub> (в рыбах) с другим спектром поглощения и другим химическим строением.

<sup>1</sup> R. Abderhalden. Vitamine, Hormone, Fermente, 1944, 2 Auflage, Berlin, Schwarzenberg.

В. Н. Букин, Витамины, 2 изд., 1940, 472 стр.



Недостаток витамина  $A_1$  в пище замедляет рост животных, ведет к заболеваниям глаз, называемых ксерофтальмией и кератомалией, т. е. к сухости и размягчению роговой оболочки, могущих привести к потере зрения. Сходные явления перерождения эпителия развиваются в мочевом пузыре, матке, влагалище, кишечнике, легких и легочных путях. Так, при начале заболевания авитаминозом  $A_1$  мазок, взятый из влагалища крысы, показывает ороговевшие клетки. Этим способом пользуются для обнаружения ранних стадий  $A_1$ -авитаминоза. Недостаток  $A_1$  уменьшает сопротивляемость детей к заразным заболеваниям. Также найдено, что витамин  $A_1$  необходим для быстрого заживления ран.

Ранней стадией заболевания глаз является куриная слепота, т. е. утрата способности видеть в сумерки, при слабом освещении, особенно у детей и подростков. При приеме с пищей яиц, рыбьего жира, моркови болезнь быстро и бесследно проходит.

Так как витамин А растворим в жирах, а не в воде, то при расстройстве поглощения жиров в кишках нарушается также и поступление витамина А в организм, наступает гиповитаминоз.

Международное бюро гигиены рекомендует для грудных детей 1500, а для беременных и кормящих женщин—8700 интернациональных ед. витамина А, а детям всех возрастов 7300 интернациональных ед. (т. е. рыбьего жира 3 г. ребенку и 3,5 г. женщине, считая в 1 г.—1000 интернациональных ед., 1 л. молока равняется 1000 интернациональных ед., яйцо—1600 интернациональных ед., 100 г. сыра—800 интернациональных ед., 30—100 г. зеленых овощей—120—140 интернациональных ед.). Для взрослого человека достаточно 4000 интернациональных единиц.

Наиболее чувствительным способом для раннего распознавания недостатка витамина А у детей является понижение у них чувствительности ночного зрения (в 28 раз). Необходимо отметить, что витамин А в больших дозах токсичен.

Доза для взрослого человека 1—2 мг. (2500—5000 М. Е.), или 3—6 мг. каротина. Витамин А выделяется не мочой, а испражнениями; находится в 100 см.<sup>3</sup> сыворотки крови в количестве 70 М. Е. (международных единиц).

Для нормального роста крысы необходимо только 2,5 гаммы (гамма равна одной тысячной миллиграмма) каротина.

В и т а м и н  $B_1$  (анейрин, тиамин): водорастворим, разрушается жаром, щелочами и окисляющими веществами, стоек к действию  $O_2$ . Переходит в тиохром при окислении, который сильно флюоресцирует, что и служит методом для количественного его определения.

Отсутствие витамина  $B_1$  влечет заболевание нервных стволов (у людей — болезнь «бери-бери», а у животных — полиневрит). Болезнь «бери-бери» особенно распространена в странах, в которых употребляют в пищу рис, освобожденный от второй



оболочки, где содержится  $B_1$ . «Бери-бери» выражается в сильном исхудании, потере чувствительности и расстройстве ходьбы, параличе рук и ног, изменении формы сердца (сердце — «бери-бери»). Голуби, получающие корм в виде полированного риса, испытывают судорогу шейных мышц и запрокидывают голову назад. Витамин  $B_1$  необходим для углеводного обмена, иначе в головном мозгу и его стволовой части образуется пировиноградная кислота. Накопление пировиноградной кислоты ведет к судорогам и расслаблению мышц, гипотермии, брадикардии (понижение частоты пульса), учащению дыхания, нарушению в белковом и жировом обмене (особенно сильно выявляется синусовая брадикардия).  $B_1$  много в больших полушариях, мозжечке и продолговатом мозге.  $B_1$  — своей пиридиновой частью имеет значение для нервного возбуждения в пирамидных клетках, усиливая действие ацетилхолина, его ничтожных неактивных доз. Подвижность кишок без  $B_1$  уменьшается; наблюдается потеря аппетита.  $B_1$  подавляет действие холинэстеразы, которая расщепляет ацетилхолин в уксусную кислоту и холин, т. е. анейрин и ацетилхолин действуют синергетически (в одном направлении). В крови  $B_1$  имеется 4—6%, анейриндифосфорной кислоты — 12—18%. Витамин  $B_1$  выделяется мочой по 100—450 мг. ежедневно. В 1 л. пота имеется 11—15 мг.  $B_1$  и 5—7 мг. анейриндифосфорной кислоты. Особенно нужен  $B_1$  для физической работы, без него сахар не усваивается и дача одного сахара не дает повышения работы. Без  $B_1$  происходит также увеличение надпочечников.

#### Содержание гамм анейрина в 100 г. вещества<sup>1</sup>

Свиное мясо . . . . .	660 гамм	Белый хлеб . . . . .	63 гамм
Бычье мясо . . . . .	100 "	Лапша . . . . .	150 "
Свиная печень . . . . .	450 "	Картофель . . . . .	100 "
Бычья печень . . . . .	450 "	Шпинат . . . . .	60 "
Коровье молоко . . . . .	20—50 "	Томаты . . . . .	120 "
Женское . . . . .	10—30 "	Зеленые . . . . .	175 "
Ржаной хлеб . . . . .	210 "	Хлебные дрожжи . . .	2000 "
Пшеница . . . . .	310 "	Пивные дрожжи . . .	7000 "

Минимальная потребность витамина  $B_1$  для взрослого человека — 0,75 мг. и оптимальная — 1—2 мг. (330—660 интернациональных ед.). Для беременных и кормящих женщин доза утраивается. Для грудных детей — 200 интернациональных ед., а для более старших — 22 интернациональных ед. на 1 кг. веса.

При недостатке анейрина понижается значительно частота пульса. Связь здесь настолько постоянная и тесная, что используется для количественного определения витамина  $B_1$ .

<sup>1</sup> При варке до 50% витамина  $B_1$  уходит в воду. Одна интернациональная ед. соответствует 3 гаммам анейрина.



В и т а м и н В<sub>2</sub>—лактофлавин, рибофлавин, слабо водорастворим, не чувствителен к действию жара, к минеральным кислотам и окисляющим веществам; разрушается ультрафиолетовыми и видимыми лучами, особенно в щелочном растворе. Происходит из группы флавинов или лиохромов; кристаллизуется тонкими желтыми иглами, хорошо растворим в 10%-ной мочеvine, дает сильную желто-зеленую флюоресценцию. Соединяясь с молекулой фосфорной кислоты, дает лактофлавин-фосфорную кислоту, которая переходит в желтый дыхательный фермент, играющий роль ускорителя окислительных процессов в каждой клетке. Желтый дыхательный фермент через диализ разделяется на кофермент — лактофлавин фосфорокси и белок с молекулярным весом 73000. Очень много рибофлавина в дрожжах, печени, зародышах растений, в сетчатке глаза, особенно у рыб; он выделяется с мочой в количестве 0,4—1,2 мг. ежедневно (в крови 35—45%). Без витамина В<sub>2</sub> замедляется рост, возникают болезни кожи. Витамин В<sub>2</sub> очень распространен в печени, почках, сердечной мышце, дрожжах и зародышах растений.

В и т а м и н В<sub>6</sub> — адермин, пиридоксин—водорастворим, разрушается от ультрафиолетового света, стоек к жару и О<sub>2</sub>. Отсутствие в пище витамина В<sub>6</sub> влечет заболевание пеллагрой у животных, болезнью выражающейся в покраснении кожи, появлении пузырей на ней, в полости рта наблюдается набухание и язвочки, страдает и нервная система. Для человека нужно 1—2 мг. адермина.

Содержание адермина в 100 г. вещества (в крысиных единицах):

Бычья печень . . . . .	330	Семга . . . . .	200
Говядина . . . . .	130	Молоко . . . . .	20
Селедка . . . . .	200	Яйца куриные . . . . .	300
Навага . . . . .	50	Зародыши пшеничных зерен	500
Треска . . . . .	200	Маис . . . . .	200
Печень наваги . . . . .	400	Сухие дрожжи . . . . .	500—1000

В и т а м и н Д (кальцифероль) растворим в жирах, жароустойчив (из класса стероидов, к которым принадлежат и гормоны). Всего найдено четыре вида витаминов Д: Д<sub>1</sub>, Д<sub>2</sub>, Д<sub>3</sub> и Д<sub>4</sub>. Натуральный витамин Д<sub>3</sub> (называемый витамином Д) находится в организме рыб (тунцах, мече-рыбе), человека и др. Д<sub>2</sub>—в яйце курицы; Д<sub>3</sub>—вдвое сильнее, чем Д<sub>2</sub>. Д откладывается в коже младенца до 0,15%, у взрослого—до 0,43%.

Кальцифероль обнаружен в печени, почках, мозге, надпочечниках. Потребность организма в Д равна 2—10 гаммам. В организме Д увеличивается при беременности, половой зрелости и росте в длину. Избыток витамина Д вреден. При увели-



чении Д<sub>1</sub> наступает гиперкальцемия, обесизвествление костей и отложение кальция в почках и кровеносных сосудах, потеря аппетита, нефрит (заболевание почек), кахексия (истощение).

**Д-а в и т а м и н о з**, или рахит. Недостаток в пищевых продуктах витамина Д влечет за собой болезнь костей—рахит. Витамин Д стимулирует рост ребенка, специфически действуя на обмен фосфора и кальция. При рахите наблюдается ясное снижение фосфора в крови; после дачи ребенку пищи, содержащей витамин Д, содержание фосфора в крови возрастает. Наиболее мощные средства борьбы с рахитом—это рыбий жир и солнечный свет, вернее ультрафиолетовая часть солнечного спектра. Рыбий жир содержит много витамина Д, но количество последнего в жире может быть увеличено ультрафиолетовым облучением. Особенно важен Д для нормального развития зубов у ребенка<sup>1</sup>.

Количество витаминов А, С и Д в молоке матери сильно колеблется в зависимости от состава принимаемой ею пищи.

В и т а м и н а Д для профилактики от рахита нужно 100—200 М. Е., а при лечении рахита — 500 М. Е. (М. Е. = 0,025 гаммы).

В и т а м и н С<sub>1</sub>—аскорбиновая кислота, водорастворима; без О<sub>2</sub> нечувствительна к высокой температуре, быстро окисляется, особенно в присутствии тяжелых металлов. Водный раствор витамина С сильно кисел и постоянен; в нейтральной и щелочной среде С<sub>1</sub> быстро окисляется. Быстро восстанавливает все вещества, сам при этом окисляясь; отдавая 2Н, переходит в дегидро-аскорбиновую кислоту.

При отсутствии в пище витамина С у человека наступает тяжелая болезнь — цынга (скорбут), характеризующаяся кровотечением из десен, расшатыванием и выпадением зубов, неприятным запахом изо рта, появлением в нем язвочек. Цынга без лечения ее приемами аскорбиновой кислоты может кончиться смертью. Прием витамина С быстро дает выздоровление.

Витамин С находится в большом количестве в железах внутренней секреции и клетках мезенхимы.

Витамин С действует синергетически с гормоном надпочечников—кортином, уменьшая утомление вдвое сравнительно с действием одного кортина (вместо 2 часов—4 часа работы без утомления).

Витамин С уменьшает или тормозит окисление адреналина в недейтельную форму.

<sup>1</sup> J. T. Jwing. The Action of vitamin „D“ upon the incisor teeth of rats consuming diets with a high or low Ca: P ratio. Journal of Physiology, V. 103, № 1.



**Содержание аскорбиновой кислоты в животных тканях**  
(в 1 мг. на 100 г. вещества)

Мышцы . . . . .	1,5	Гипофиз, задняя часть . . .	73
Печень . . . . .	35	Щитовидная железа . . .	16
Мозг головной . . . . .	18	Панкреас . . . . .	11
Сердце . . . . .	4,5	Тимус . . . . .	19,5
Почки . . . . .	11,0	Желтое тело . . . . .	143
Надпочечники . . . . .	108	Линза глаза . . . . .	28
» . . . . .	108	Сетчатка глаза . . . . .	11,0
Гипофиз, передняя часть .	150		

Существует антагонизм между С и тироксином щитовидной железы.

Имеется синергизм между С и анейрином В<sub>1</sub>. Растворы, содержащие витамины А и С, не антискорбутичны, потому что А разрушает С. Витамин Д также разрушает витамин С. Поэтому одновременный прием нескольких витаминов не рекомендуется.

Витамин С увеличивает работу ферментов: папаина, катепсина, аргиназы; дезаминирует (разрушает) аминокислоты.

В крови витамин С содержится в количестве 0,6 — 1,2 мг.%, в ликворе — 1,7—0,9 мг. %.

Витамин С выделяется с мочой в количестве 1 мг. в день.

При кормлении женским молоком в крови новорожденного находится 0,9 мг. % С, при коровьем молоке — только 0,19 мг. %.

Витамина С для взрослого необходимо 50 мг. в день.

**Содержание аскорбиновой кислоты в 100 г. пищевого продукта (в мг.):**

Мясо бычье и свинина . .	1,5	Зеленые бобы . . . . .	15
Печень телянка . . . . .	33	Томаты . . . . .	24
Свиная печенка . . . . .	26	Яблоки . . . . .	6
Почки быка . . . . .	11	Шиповник . . . . .	400
Картофель . . . . .	13	Лимон . . . . .	45
Кольраби . . . . .	50	Лимонная кожа . . . . .	150
Цветная капуста . . . . .	57	Апельсин . . . . .	60
Шпинат . . . . .	44	Апельсинная кожа . . . . .	150
Зеленая капуста . . . . .	87	Дрожжи . . . . .	0,0



У здоровых взрослых содержание аскорбиновой кислоты в различных органах в 100 г. сырого вещества найдено (Петряева).

Гипофиз . . . . .	40—120 мг. %
Надпочечники . . . . .	29—85 „
Селезенка . . . . .	9,8—36,6 „
Почки . . . . .	4,5—16 „
Печень . . . . .	5,2—13,2 „
Тонкие кишки . . . . .	14,8—31,0 „
Толстые „ . . . . .	3,6—16,8 „
Желудок . . . . .	7,7—16,1 „
Поджелудочная железа . . . . .	6,3—26,3 мг. %
Скелетная мышца . . . . .	1,2—3,4 „

Постепенно с возрастом содержание С в органах уменьшается<sup>1</sup>.

Орган	Дети	Взрослые	Старики
Надпочечники . . . . .	48%	15	7
Печень . . . . .	21	7	2
Почки . . . . .	7	3	2

Хотя с возрастом процент аскорбиновой кислоты в организме человека понижается, но при употреблении в пищу апельсинов старуха 80 лет может иметь С:

в надпочечниках . . . . .	80%
„ печени . . . . .	20 „
„ почках . . . . .	6 „

В крови при обычном питании находится 0,83—2,43% аскорбиновой кислоты.

**В и т а м и н Е**—токофероль (токос—роды): растворим в жирах, жароустойчив, разрушается ультрафиолетовым светом и окислительными веществами. При отсутствии в пище витамина Е происходит расстройство сперматогенеза; уже через 4—8 недель наблюдается дегенерация сперматозоидов и семенных канальцев, уменьшение веса семенников на  $\frac{1}{3}$ , но яичники женских особей сначала страдают мало, зачатие и эмбриогенез нормальны до 8 дня беременности, но затем следует смерть плода через 13—18 дней (у мышей). При гиповитаминозе Е наблюдаются: мертвые детеныши, дегенерация передней доли гипофиза (как и при кастрации), уменьшение гонадотропного гормона и понижение основного обмена.

<sup>1</sup> А. А. Шмидт, Аскорбиновая кислота, ее природа и значение, 1941, Л., Пищепромиздат.



В сыворотке крови у женщин имеется 0,4—1,03 мг. % Е, у мужчин — 0,58—0,98 мг. %.

Витамин Е — хорошее средство против естественного аборта, при мышечной дистрофии (истощении).

**Содержание токоферол в 100 г. вещества (в мг.):**

Масло из пшеничных зародышей . . . . .	260
Пшеничные зародыши . . . . .	30,5
Зародыши маиса . . . . .	16,4
Льняное масло . . . . .	23
Салат . . . . .	55
Говядина . . . . .	6
Печень быка . . . . .	10
Соевые бобы . . . . .	14

**В и т а м и н К**—протромбин, филлохинон: жирорастворим, светочувствителен. Масло желтого цвета. Поглощается в тонких кишках только с желчными кислотами. Витамин К необходим для свертывания крови.

**Содержание в витамина К**

Субстрат	в Дам-единицах <sup>1</sup>
Трава Люцерна . . . . .	200—400
Шпинат . . . . .	500
Томаты . . . . .	50
Печень свиньи . . . . .	50
Плазма крови . . . . .	15—20

При кровотечениях у новорожденных профилактическая доза К—10 мг.; для взрослого—30 мг.

Витамин К также очень полезен при заболеваниях печени.

**Никотиновая кислота РР** (амид) против болезни—пеллагры — водорастворима, устойчива к жару и окислению.

**Содержание никотиновой кислоты и  
никотинокислого амида в 100 г. вещества**

Свиное мясо . . . . .	4,00
Бычья печень . . . . .	16,40
Свиная печень . . . . .	11,80
Свиная почка . . . . .	6,80
Бычье мясо . . . . .	8,60
Материнское молоко . . . . .	10,50
Картофель . . . . .	1,00
Дрожжи пекарные . . . . .	12
Пивные дрожжи . . . . .	44—62,5

<sup>1</sup> 1 гамма = 30 Дам-единиц.



При отсутствии в пище никотиновой кислоты у человека развивается болезнь — пеллагра, выражающаяся в расстройстве нервной системы и психики. Но никотиновая кислота вызывает расстройство желудка, кишок, расширение сосудов и др., поэтому употребляют амид никотиновой кислоты.

Пантотеновая кислота водорастворима, устойчива к нагреванию и окислению, важна для роста дрожжей и бактерий; у крыс без нее наблюдается поседение волос, при приеме 15 гамм в день возвращается прежний цвет волос; то же у собаки, морской свинки.

Для нормального обмена веществ в коже человеку нужна амид-никотиновая кислота, для курицы — пантотеновая кислота, для крыс — адермин. Осуществлен синтез пантотеновой кислоты из валлиина и аспарагиновой кислоты. В крови человека находится 20—30 мг. % пантотеновой кислоты; с мочой выделяется в день 1,5—6,8 мг. этой кислоты.

Содержание пантотеновой кислоты в 100 г. вещества (в гаммах)

Бычья печень . . . . .	10,0	Пшеничные целые зерна . . . . .	1,1
Мясо быка . . . . .	4,0	Ржаные " " . . . . .	1
Сердце быка . . . . .	6,0	Белая и цветная капуста . . . . .	1,1
Телячья печень . . . . .	10—15	Кольраби . . . . .	0,1
Телячьи почки . . . . .	15	Бобы белые . . . . .	2,0
Желток . . . . .	5—10	Картофель . . . . .	0,65
Белок . . . . .	0	Дрожжи . . . . .	18

Биотин — витамин Н — водорастворим, устойчив к нагреванию, кислотам, щелочам. Существует  $\alpha$ - и  $\beta$ -биотин, химическая формула их неизвестна. При недостатке в пище биотина наблюдаются заболевания фурункулезом и себорреей (у новорожденных).

Содержание биотина в 100 г. пищевого продукта (в гаммах)

Бычье мясо . . . . .	1—2	Дрожжи . . . . .	20—25
Почки свиные и бычьи . . . . .	100—200	Картофель . . . . .	20
Печень тех же животных . . . . .	250	Бананы . . . . .	12
Желток яйца . . . . .	300	Томаты . . . . .	0,4
Клевер . . . . .	120		

В и т а м и н Н<sup>1</sup> — р-аминобензойная кислота, водорастворим, нечувствителен к жару и O<sub>2</sub>; пока неизвестно значение его для человека.

Кожные заболевания, например, чрезмерное отделение сала из желез кожи зависит от витамина Н<sub>1</sub>. При введении гидрохинона кошкам и мышам сереют их волосы, от Н<sub>1</sub> опять возвращается прежний цвет волос. Если в витамине Н<sub>1</sub> заместить COOH через SO<sub>3</sub>H, то получают сульфонамиды, например, сульфатиозол.



# Суточная потребность взрослого человека во всех витаминах

Витамин А (аксерофтоль) . . . . .	1—2 мг. или 3—6 мг.	каротина
Витамин Д (кальцифероль) . . . . .	10	гамм
Витамин Е (токофероль) . . . . .	1	мг.
Витамин К (филлохион) . . . . .	1	„
Витамин В <sub>1</sub> (анейрин) . . . . .	1—2	„
Витамин В <sub>2</sub> (лактофлавин) . . . . .	2	„
Витамин В <sub>6</sub> (адермин) . . . . .	2	„
Никотиновая кислота . . . . .	50	„
Витамин С (аскорбиновая кислота) . . . . .	50	„
Пантотеновая кислота . . . . .	5	„
Витамин Н (биотин) . . . . .	0,1—0,3	мг.

Витамин „Д“    Витамин В<sub>1</sub>    Витамин В<sub>2</sub>    Витамин А    Витамин С

$$\frac{1}{50.000}^2$$

$$\frac{1}{1000}^2$$

$$\frac{1}{1000}^2$$

$$\frac{3}{1000}^2$$

$$\frac{1}{20}^2$$

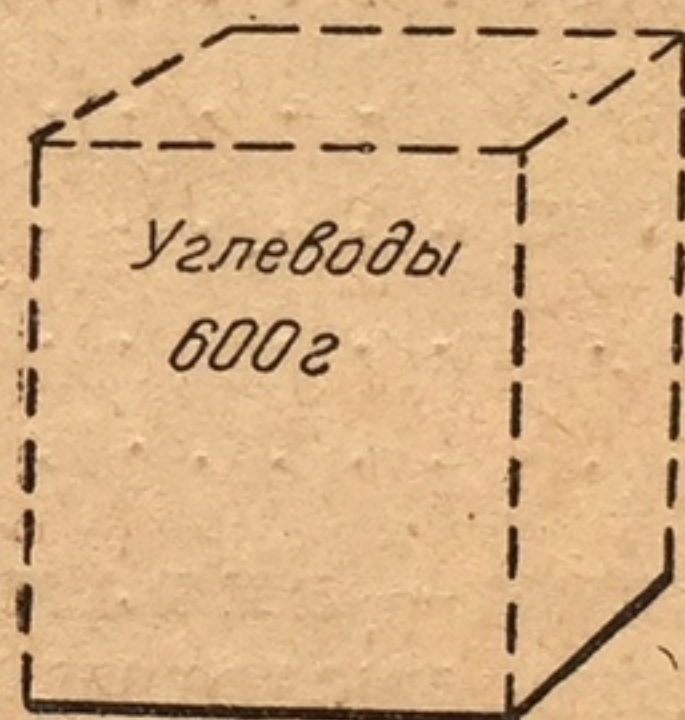
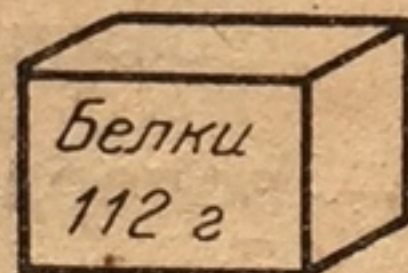
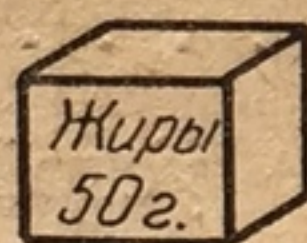


Рис. 13. Наглядное представление сравнительных количеств белков, жиров, углеводов и витаминов, необходимых человеку в сутки (из Букина)

Необходимо отметить, что те витамины, роль которых в жизни человеческого организма еще неизвестна, могут оказаться при дальнейшем развитии учения о витаминах играющими исключительную роль в развитии организма ребенка.

Авитаминозы у детей. Организм ребенка растет неравномерно, и в различные возрасты ему требуются витамины в различных количествах. Грудной ребенок до 5-го месяца не болеет скорбутом, так как не страдает от недостатка витамина С, но зато испытывает недостаток витамина А, что может вызвать болезнь глаз (кератомалицию). Особенно резко сказывается недостаток витамина Д, вызывая заболевания костяка (рахит). Нужно отметить, что витамин Д образуется из провитамина (эргостерина) под действием ультрафиолетовых лучей, витамин же А ими разрушается. Облучая молоко ультрафиолетовыми лучами, обогащают его витамином Д, но обедняют витаминами А, В и С.



Избыток витамина Д в пище ребенка может привести к потере аппетита, рвоте, поносу, потере веса, пигментации кожи, а также к увеличению отложения солей в эпифизах костей при повышении содержания кальция и фосфора в крови. Передержка детей под лучами горного солнца также может дать подобную картину.

Молоко как женское, так и коровье содержит витамины в следующих количествах:

Содержание витаминов в 100 см.<sup>3</sup> молока

	женского	коровьего
Аксерофтоль . . . . .	0,2 мг.	0,06 мг.
β-каротин . . . . .	0,038 „	0,033 „
Кальцифероль . . . . .	0,15 гамм	1 гамм
Анейрин . . . . .	0,005—0,025 мг.	0,045 мг.
Лактофлавин . . . . .	0,015—0,050 „	0,170 „
Аскорбиновая кислота . . . .	4,5 мг.	1, 5 „
Никотиновая кислота (амид)	0,13 „	0,3 „
α-филлохинон . . . . .	20 Дам. ед.	50 Дам. ед.
Токофероль . . . . .	0,40 мг.	0,060 мг.
Адермин . . . . .	0,150 „	0,150 „
Пантотеновая кислота . . . .	—	0,280 „
Биотин . . . . .	1 гамм	4 гамм

Заметим, что у коровы в пищеварительном тракте бактерии синтезируют анейрин.

Недостаток витаминов в молоке матери ведет к авитаминозам недоразвития костей (Д), к остановке роста (А), поражению нервной, мышечной и кровеносной систем (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и Е) и дефектам крови (К) (Кудряшов)<sup>1</sup>.

При недостатке витаминов обратимо нарушается деятельность женской половой сферы и иногда необратимо у мужчин.

Дети-гипотрофики, «истощенные», не прибавляющие в весе и находящиеся в тяжелом состоянии, несмотря на хорошие уход и питание, при одновременном введении тиамин и лецитина, поправлялись, прибавляли в весе, причем количество жира в крови у них снижалось до нормы (Титаев)<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Б. А. Кудряшов, Значение витаминов в процессе индивидуального развития. Тезисы III Всесоюзной витаминной конференции, 1944, М.

<sup>2</sup> А. А. Титаев, Взаимодействие тиамин и лецитин в жировом обмене у ребенка раннего возраста. Там же, стр. 21.



При недостатке витаминов А, В и С у детей раннего возраста поражается эктодерма, а также и мезодерма (верхний и средний слой кожи). При недостатке витамина С нарушается внешнее и внутриклеточное дыхание, при недостатке В<sub>1</sub> страдает секреторная, двигательная функция кишок и желудка; при гиповитаминозе А нарушается работа печени и защитные функции организма; падает фагоцитоз (Домбровская)<sup>1</sup>, т. е. способность белых кровяных телец поглощать микробы.

Мозговые кровоизлияния у новорожденных зависят от низкого содержания витамина К — протромбина — в крови новорожденных. Хотя у матери количество протромбина до и после родов нормально, но дача ей витамина К за 6—8 часов до родов в дозе 10—20 мг. повышала его и в крови новорожденного (Казанцева)<sup>2</sup>.

При недостатке белков в питании<sup>3</sup> быстро нарушается дыхательная функция печени, почек, синтез гликогена и аминокислот печенью, мочевинообразовательная функция и обезвреживающая функция печени.

Количественно и качественно недостаточное питание отражается на растущем организме сильнее, чем на взрослом (Лепский)<sup>4</sup>. Авитаминозы возникают у детей чаще в возрасте от 6 до 8 лет и от 12—14 лет — в моменты перестройки организма<sup>5</sup>.

Потребность в кальции и фосфоре у детей на вес тела больше (1 г. кальция), чем у взрослых (0,7 г. кальция) в сутки (Молчанова)<sup>6</sup>. Соотношения кальция и фосфора: для грудных детей 1,2 : 1; для детей от 1 до 3 лет — 1 : 1; от 3 до 7 лет — 1 : 1,5; для детей старших возрастов — 1 : 2, как и у взрослых. Количество фермента — фосфатазы — у юношей в 2—4 раза больше, чем у взрослых.

Министерство здравоохранения СССР рекомендует следующие количества витаминов для детей, кормящих матерей и взрослых людей, выполняющих различный тяжелый физический труд.

<sup>1</sup> Ю. Ф. Домбровская, Морфологические, функциональные и иммунобиологические изменения детского организма при недостаточности витаминов А, В и С. Тезисы III Всесоюзной витаминной конференции, 1944, М.

<sup>2</sup> М. Н. Казанцева, Применение витамина К при геморрагических заболеваниях новорожденных. Там же, стр. 49.

<sup>3</sup> С. Я. Капланский, Регенерация белков плазмы, ее значение для функций органов и тканей, зависимости от белков пищи. Там же, стр. 50.

<sup>4</sup> Е. М. Лепский, Неполющенное питание и растущий организм. Там же, стр. 55.

<sup>5</sup> А. Ф. Тур, Витамины и белки в профилактике и лечении заболеваний детского возраста. Там же.

<sup>6</sup> О. П. Молчанова, Кальций и фосфор в питании взрослых и детей. Там же, стр. 62.

В последней  
народных единиц  
мах.  
Минималь

I. Взрослый человек  
а) при средней  
норме труда . . .

б) при тяжелой  
норме труда . . .

в) при очень тяжелой  
норме труда . . .

II. Беременные (5  
мес.) . . . . .

III. Кормящие (до  
7 мес.) . . . . .

Дети:  
а) до 7 лет . . . . .

б) от 7 до 14 лет . . . . .

в) свыше 14 лет . . . . .



В последней графе количество витаминов указано в международных единицах, а в остальных столбцах — в миллиграммах.

### Минимальная суточная потребность человека в витаминах

	В и т а м и н ы						Д
	А		В <sub>1</sub>	В	С	РР	
	мг. вит. А	мг. каро- тин	мг.	мг.	мг.	мг.	
I. Взрослый человек							
а) при редней за- трате труда . . . .	1	2	2	2	50	15	до 1000
б) при тяжелом труде . . . . .	1	2	2,5	2	75	20	
в) при очень тяже- лом труде . . . .	1	2	3	2	100	25	
II. Беременные (5—8 мес.) . . . . .	2	4	2,5	2	75	20	500—1000
III. Кормящие (до 7 мес.) . . . . .	2,5	5	3	2	100	25	500—1000
Дети:							
а) до 7 лет . . . .	1	2	1	2	30—35	15	500—1000
б) от 7 до 14 л. . .	1	2	1,5	2	50	15	
в) свыше 14 л. . . .	1	2	2	2	50	15	



## Глава VII. ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

*„Ничто не исчезает,  
все только изменяется“.*

Джордано Бруно

**Введение.** После того как питательные вещества проникнут в клетки тканей и войдут в состав протоплазмы клеток, они распадаются на вещества с меньшими молекулами и при этом отдают часть энергии.

Продукты распада белков, жиров и углеводов, а также соли и вода покидают затем организм человека; они уже не могут отдать остаток энергии, еще имеющейся в них. Особым органом, и притом главным, для выделения отработанных веществ являются почки, два бобовидных тела, лежащих в поясничной области.

Почки представляют и фильтр и особый орган, избирательно-удерживающий и отдающий только определенные химические вещества. В почки входит особая почечная артерия, кровь из этой артерии по капиллярам вливается в микроскопические капсулы, называемые Боуменовыми.

В этой Боуеновой капсуле капилляр образует клубочек, что затрудняет прохождение крови по этому капиллярному клубочку, вследствие чего в клубочке кровяное давление повышено сравнительно с обычным капилляром. Кроме того, кровяное давление повышено еще от того, что выходное отверстие из капилляра при его выходе из капсулы сужено.

Благодаря повышенному давлению внутри капилляра плазма крови фильтруется через стенки капилляра, и фильтрующаяся жидкость наполняет Боуенову капсулу, представляя собой так называемую первичную мочу. Эта моча резко отличается по своему составу от вторичной пузырной мочи, которая обычно и подвергается клиническому анализу при различных заболеваниях. Первичная моча содержит соли, сахар и другие вещества, нужные для организма. Первичная моча из капсулы идет по целой системе извитых трубочек, так называемых мочевых канальцев (длина всех мочевых канальцев равна 60—120 км.), где она подвергается вторичной обработке. Именно в завитках и петлях мочевых канальцев происходит обратное всасывание сахара, солей, и образуется вторичная моча, которая сливается из канальцев сначала в малые лоханки, а затем в общую большую почечную лохань.

Мочеточник  
рем. Мочеточни  
ричную мочу п  
век лежит, мо  
Когда последн  
лекторно полу

В мочевы  
хар, натрий,  
канальцев ядо  
к обратному в  
почти не изме  
ся, если затру  
нальцев, отрав  
окислительные  
канальцев нео  
личестве. Эти  
потребляет зн  
органов (за и

Для того ч  
вым канальца  
очередь для п  
обходимо, что  
300 г.) протек  
за сутки.

Особенн  
деления у  
1 года—36 г.  
лого—150 г.

У новорож  
и весу тела,  
бенно сильно  
вого созреван  
усиливается  
ного ребенка  
чевой пузырь  
чем у взросл  
концу перво  
доходит до  
возрастов от  
выводящих  
даже очень  
цев (Цитови

Слизиста  
раста разви  
вит еще сла  
но утолщае



Мочеточник соединяет окончание лоханки с мочевым пузырем. Мочеточник имеет гладкие мышцы, которые гонят вторичную мочу по направлению к мочевому пузырю: когда человек лежит, мочевой пузырь его все-таки наполняется мочей. Когда последний наполняется до определенной емкости, то рефлекторно получается позыв к опорожнению мочевого пузыря.

В мочевых канальцах происходит обратное всасывание (сахар, натрий, кальций, хлор). При отравлении клеток мочевых канальцев ядом—флоридзином—эти клетки теряют способность к обратному всасыванию сахара, всасывание же воды и солей почти не изменяется. Обратное всасывание также прекращается, если затруднить доступ кислорода к клеткам мочевых канальцев, отравив их цианистым калием, ядом, прекращающим окислительные процессы. Следовательно, для работы мочевых канальцев необходим кислород и в довольно значительном количестве. Этим объясняется тот факт, что почечная ткань потребляет значительно больше кислорода, чем ткани других органов (за исключением нервных клеток).

Для того чтобы выделилось 1,5 л. вторичной мочи, по мочевым канальцам должно пройти 100 л. первичной мочи; в свою очередь для получения такого количества первичной мочи необходимо, чтобы через почки (у взрослого человека вес почек—300 г.) протекло через Боуменовы капсулы 850—1500 л. крови за сутки.

Особенности строения и работы органов выделения у ребенка. Вес почек новорожденного—12 г., 1 года—36 г., 7 лет—65 г., 12 лет—100 г., 15 лет—120 г., взрослого—150 г.

У новорожденных почка имеет вес, больший по отношению к весу тела, чем у взрослых ( $\frac{1}{100}$ — $\frac{1}{135}$  веса тела). Почки особенно сильно растут на первом году жизни и в период полового созревания; извитые канальцы слабо развиты, с возрастом усиливается рост коркового слоя почек. Мочеточники у грудного ребенка широки, извилисты и могут давать перегибы. Мочевой пузырь прилегает к брюшной стенке и расположен выше, чем у взрослых; его вместимость от рождения равна 50 см.<sup>3</sup>, к концу первого года увеличивается до 200 см.<sup>3</sup>, к 10 годам уже доходит до 600 см.<sup>3</sup> и 12—13 лет—1000 см.<sup>3</sup>. У детей ранних возрастов отмечается увеличенное сращивание эпителия мочевыводящих путей. Мочегонные средства (например, меркузал) даже очень сильные, не действуют совсем у щенят до 2 месяцев (Цитович).

Слизистая оболочка мочевого пузыря у детей раннего возраста развита лучше мышечного слоя; эластический слой развит еще слабо. С возрастом мышечная стенка пузыря постепенно утолщается.



Дети мочатся значительно чаще, чем взрослые (грудной ребенок мочится 15—20 раз в сутки, 1—2 лет мочится уже 7—8 раз в сутки). Взрослый мужчина выделяет за сутки 1,5 л. мочи, женщина—1,2 л. При сильном потовыделении количество мочи уменьшается до 0,5 л. У взрослого здорового человека моча светлая, прозрачная. Моча новорожденных в первые дни их жизни мутна из-за нахождения в ней осадка мочекаислых солей. Светложелтый цвет мочи зависит от присутствия пигмента — урохрома. Реакция мочи обычно от 5 до 7 рН.

За сутки с мочой выделяется около 0,18 г. эфиросерных кислот, получающихся от соединения в печени серной кислоты с фенолом (не свободной, конечно, серной кислоты  $H_2SO_4$ , а ее остатка  $SO_4$ ), индолом и скатолом. Последние три вещества ядовиты для организма: образуются в результате гниения пищи в толстых кишках и обезвреживаются в печени. При запорах гниение возрастает в толстых кишках, соответственно этому увеличивается и количество выделяющихся с мочой эфиросерных кислот.

В моче, кроме того, находятся гормоны: пролан, фолликулин, андростерон (см. эндокринные железы).

Минеральные вещества, выделяющиеся с мочой: соли калия (за сутки 2—3 г.), натрия (за сутки 4—5,5 г.), магния, железа (за сутки 1 мг.), хлора (в сутки 6—9 г.), фосфора (0,4—2 г.), серы в виде солей серной кислоты и эфиросерных кислот.

Состав мочи резко меняется при различных заболеваниях, и тогда в ней появляется белок, ацетон, сахар, желчные кислоты и кровь.

Кровь окрашивает мочу в розовый цвет, под микроскопом видны многочисленные эритроциты, что свидетельствует о разрывлении стенок мочевых канальцев и временной потере ими избирательной пропускаемости различных веществ.

Обычно появление крови при длительных физических напряжениях наблюдается у нетренированных физкультурников; но эта кровь довольно быстро исчезает из мочи, белок же может долго оставаться в моче, что указывает на необходимость лежать в постели и меньше двигаться.

Состав пузырной, или вторичной, мочи. Моча состоит из воды, в которой растворены минеральные соли, продукты распада азотистых веществ. Удельный вес мочи у нормального взрослого человека колеблется от 1,015 до 1,020 и зависит от содержания в ней солей, в первую очередь поваренной соли, и мочевины. При сильном потении удельный вес может подняться до 1,035, а при обильном поглощении воды он падает до 1,002.



## Содержание органических и минеральных веществ в пузырной (суточной) моче <sup>1</sup>

### Органические вещества

Мочевина . . . . .	23—35 г.
Мочевая кислота . . . . .	0,7 „
Креатинин . . . . .	1,5 „
Гиппуровая кислота . . . . .	0,7 „

### Минеральные вещества

Хлористый натрий . . . . .	10—15 „
Серная кислота . . . . .	2,5 „
Неорганический фосфор . . . . .	2,5 „
Калий (K <sub>2</sub> O) . . . . .	3,3 „
Аммиак (NH <sub>3</sub> ) . . . . .	0,7 „
Магний (MgO) } . . . . .	0,8 „
Кальций (CaO) }	

За сутки с мочой выделяется азота от 10 до 15 г.

### Распределение азота в моче взрослых и новорожденных (по Палладину)

Составные части мочи	Взрослые	Новорож- денные
	(в процентах)	
Мочевина . . . . .	84—91	73—76
Мочевая кислота . . . . .	1—3	3—8,5
Аммиак . . . . .	2—5	7,8—9,6
Остальные азотистые вещества . .	7—12	7,3—14,7

Моча новорожденных беднее мочевиной, но богаче аммиаком и мочевой кислотой.

Мочевина (по Цитовичу) <sup>2</sup> выводится с мочой у ребенка двух месяцев после рождения, не раньше. Методом фистулы мочевого пузыря Цитович нашел, что у щенят вода выводится из их организма вдвое медленнее, чем у взрослых собак.

<sup>1</sup> А. В. Палладин, Учебник биологической химии. Медгиз, 1939, 502 стр.

<sup>2</sup> И. С. Цитович, К физиологии и фармакалогии возрастных изменений. Тезисы докладов научной сессии, посвященной 10-летию со дня смерти И. П. Павлова 1—4 марта 1946 г. Изд. Академии наук СССР.



Изменения выделения азота и  $\text{SO}_3$  с мочой  
в зависимости от возраста (по М. С. Мильману)

Возраст (мужчин)	Вес тела (в кг.)	Азот на 1 кг веса (в мг.)	$\text{SO}_3$ на 1 кг веса (в мг.)
2	12	417	77
8	22,8	417	75,6
12	40,0	148	27,7
18	72	174	31,4
25	78,5	187	34,0
26	54	192	34,4
30	72	106	19
40	72	151	24,6
48	76	95	18,3
59	72	91	19,0
59	71	155	25,0
65	68,5	92	15,7
65	66	75	13,9

В моче человека содержится всегда аммиак ( $\text{NH}_3$ ); за сутки в среднем выделяется 0,7 г., или от 2,5 до 5,8%, всего азота мочи.

Количество аммиака, выделяемое в моче грудными младенцами, значительно больше в сравнении со взрослыми. Это объясняется тем, что в организме грудного ребенка нет резервов солей натрия и калия, так как женское молоко относительно мало содержит этих солей; поэтому нейтрализация кислот, образующихся в теле грудных детей, не совершается за счет калия и натрия, как это имеет место у взрослых людей. То же относится и к одноосновным фосфорнокислым солям, не образующим резервов у младенцев. Нейтрализация кислот у грудных детей происходит поэтому другим путем, чем у взрослых. Именно путем нейтрализации кислот аммиаком. Аммиак же у них образуется путем отщепления от аминокислот. Кроме того, синтез мочевины из аммиака в раннем возрасте происходит значительно меньше, чем у взрослых; поэтому у детей и больше аммиака<sup>1</sup>.

При кормлении ребенка коровьим молоком, в котором количество белка, а также натрия, калия и фосфора больше, чем в женском молоке, нейтрализация кислот происходит за счет упомянутых солей; из белка же отщепляется еще больше аммиака.

При отсутствии избытка кислот аммиак, образующийся благодаря расщеплению аминокислот, превращается в мочевину.

<sup>1</sup> С. Я. Капланский, Кислотно-щелочное равновесие в организме и его регуляция, 1940, Наркомздрав СССР, Медгиз, 74 стр.



Если кислот много, то аммиак идет на нейтрализацию кислот и не образует мочевины. При растительной пище кислот выделяется меньше, чем при животной; в соответствии с этим выделение аммиака уменьшается при растительной диете и увеличивается при животной. Заметим, что у ребенка с мочой выделяется липаза (фермент), а у взрослых липаза не выделяется.

Деятельность почки регулируется, с одной стороны, блуждающим и чревным нервом, с другой стороны, гуморально—через кровь. Можно вырезать почку и пересадить ее на совершенно другое, и казалось бы, не подходящее для нее место: на шею, где почка прирастает и выделяет мочу обычного состава (Быков).

Удаление обеих почек ведет к смерти уже через несколько суток благодаря отравлению организма мочей.

Механизм опорожнения мочевого пузыря. Гладкая мускулатура пузыря давит на мочу, находящуюся в пузыре, и выбрасывает ее со значительной силой. Но мочеиспускательный канал имеет в месте выхода его из пузыря утолщение кольцевой мускулатуры, образующей так называемый сфинктер; у мужчин имеется еще наружный сфинктер, состоящий из поперечно-полосатой мышцы, которая управляется корой мозга. Для того чтобы моча под давлением могла изливаться из мочевого пузыря, необходимо расслабление сфинктера. Удержание же мочи может происходить при сокращенном сфинктере. У ребенка наблюдается непроизвольное мочеиспускание; только с развитием коры мозга ребенок научается сознательно управлять актом мочеиспускания.

Кожа как орган выделения. К выделительной системе принадлежит и кожа. При потении через кожу также выделяются соли: хлориды, молочная кислота, продукты азотистого обмена и значительное количество воды. В жаркую погоду через кожу может выделяться потом до 1,5 л. воды в сутки. Но кожа не может заменить полностью работу почек. Необходимо отметить, что кожа, или вернее ее потовые клубочки, не обладают той совершенной выделительной системой, как почки. Поэтому с потом могут удаляться и нужные для организма вещества (например, витамины).

Строение кожи ребенка сильно отличается от строения ее у взрослого; у ребенка верхний слой кожи — эпидермис — очень тонок, кровеносные же сосуды кожи шире и просвечивают через нее<sup>1</sup>.

До 4 лет пототделительные центры недостаточно развиты и потому выделение пота слабое. Наоборот, сальные железы вполне развиты и выделяют много сала.

Кожа здорового ребенка эластична и поэтому ее труднее

<sup>1</sup> А. Н. Антонова, Гигиена и диететика ребенка раннего возраста. Биомедгиз, 1937.



собрать в складку, чем кожу взрослого. У больного, истощенного ребенка кожа становится дряблой от потери напряжения (тургора) в клетках кожи и подкожной клетчатки.

Подкожный жировой слой у детей хорошо развит и дает ту особую округлость форм, которая характерна для детского тела, также как сухая кожа и слабый подкожный жировой слой в большинстве случаев характерны для стариков (морщины).

Ночное недержание мочи часто встречается в раннем детстве и может быть длительным и неизлечимым, иногда же быстро проходит, исчезая полностью с половой зрелостью. Детей, страдающих недержанием мочи, можно разделить на 4 группы: 1-я группа—неизлечимые идиоты—органики, запущенные в смысле воспитания; у них моченедержание связано часто с ненормально глубоким сном; 2-я группа — хронически-болеющие, но поддающиеся лечению правильным воспитанием, улучшением питания; моченедержание часто проходит при половом созревании, когда изменяется соотношение влияния на организм желез внутренней секреции и уменьшается глубина сна; 3-я группа—временами страдающие моченедержанием и 4-я группа—единичные случаи моченедержания.

Имеется несколько теорий моченедержания, до конца еще не раскрывших причины этого заболевания. Моченедержание наблюдается чаще у мальчиков, нежели у девочек.

Медицина имеет достаточно хорошие средства (например, атропин) для борьбы с моченедержанием у детей трех групп из описанных выше.

Моченедержание часто сопровождается или основывается на ряде заболеваний более тяжелого характера, поэтому необходимо вмешательство врача при часто повторяющихся случаях недержания мочи.

Красногорский дает следующий способ диетического лечения моченедержания у детей; выделение почками мочи ночью уменьшается от введения в организм ребенка избытка соли. До 3 часов дня ребенок кушает и пьет как обычно; после 3 часов введение воды ограничивается. В 6 часов вечера дается сухой ужин (мясо, яйца, масло) без соли. Перед сном ребенку дают соленую пищу (ветчину, рыбу, икру) или вводят солевой раствор. Ребенок спит всю ночь, чувствуя жажду, но не настолько, чтобы не спать. Количество мочи столь незначительно, что рефлекс опорожнения не наступает.



## Глава VIII. ЖЕЛЕЗЫ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ

*„Медицина откроет те органы, которые заведывают страстями человека“.*

О. Бальзак.

*„Медицина открыла железы внутренней секреции, нашла те органы, о которых мечтал Бальзак“.*

Максим Горький

**Введение.** Железы внутренней секреции, отдающие свой секрет, специфические гормоны, прямо в ток крови, протекающей через них, являются единой системой органов, производящих исключительно мощное влияние как на физическое, так и на эмоциональное развитие ребенка и подростка. Поразительно, что даже малые изменения в гормональном выделении этих желез сказываются в резких нарушениях нормального развития организма ребенка, доходящих иногда до уродства. Соединенные неразрывными связями с вегетативной (растительной) нервной системой, эти железы оказывают влияние и на работу всей анимальной нервной системы.

Железы внутренней секреции можно назвать строителями человеческого тела. От их работы зависит рост, вес тела, худощавость или ожирение, первичные и вторичные половые признаки, поглощение кислорода, усвоение белков, жиров и углеводов; они определяют также и силу мышц, влияют на развитие головного мозга и характер ребенка, его поведение и отношение к окружающему миру.

Только когда кора больших полушарий головного мозга подростка достигает определенной степени развития, она приобретает большую или меньшую независимость работы своих высших нервных центров от желез внутренней секреции.

**Зобная железа.** В развитии зобной железы различаются пять периодов: 1) детский—до 10 лет, 2) пубертатный—от 10 до 15 лет, 3) юношеский—от 16 до 20 лет, 4) зрелый—от 20 до 40 лет и 5) старческий—после 40—45 лет.

Особенностью возрастных изменений зобной железы является то, что, достигнув максимального развития к 8—10 годам, она затем начинает претерпевать инволюцию (обратное развитие).

Необходимо отметить, что различные авторы дают различные сроки инволюции.



Основной функцией зобной железы является задержка преждевременного развития и выделения гормонов половых желез. Прогрессирующее развитие жировой клетчатки в зобной железе указывает на уменьшение выделения зобной железой ее гормо-

на и возможность усиленного роста половых желез.

У детей увеличение веса зобной железы иногда может вызвать внезапную смерть ночью; внезапная смерть может наступить и при наркозе, холоде, легкой инфекционной болезни от сдавления трахеи и кровеносных сосудов.

При атрофии (недоразвитости) зобной железы иногда наблюдается остановка роста и изменение состава костей, а также нарушение работы нервной системы.

Эпифиз и его функции. Эпифиз расположен над крышей 3-го желудочка. Эта железа особенно активна до 7 лет, но сохраняет свою деятельность до старости. Удаление эпифиза у цыплят вызывает усиленное половое развитие, а также телесное развитие (вес и размер) у мышей, кроликов, собак. У взрослых животных удаление эпифиза никакого действия не вызывает.

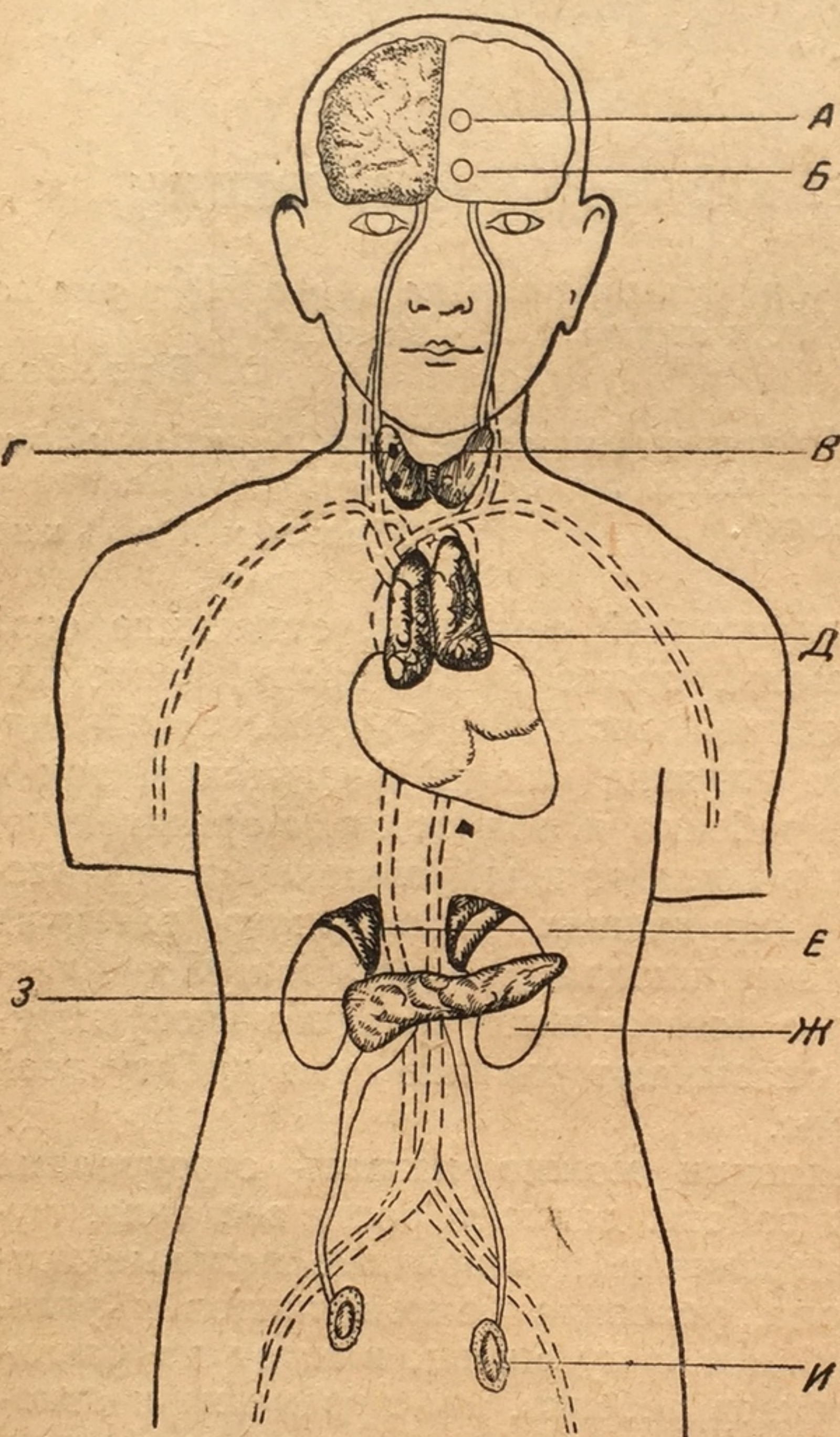


Рис. 14. Схема расположения желез внутренней секреции:

А — эпифиз; Б — гипофиз; В — щитовидная железа; Г — паращитовидные железы; Д — зобная или вилочковая железа; Е — надпочечники; З — поджелудочная железа; Ж — почки; И — половые железы

Имеется антагонизм между эпифизом и гипофизом, а не между половыми железами и эпифизом. Последний способствует выработке гипофизом гормона, подавляющего развитие половых желез. Пересадка добавочного эпифиза усиливает гормональное действие эпифиза, уменьшая еще больше развитие половых желез.

Интересно, что вытяжки эпифиза производят уменьшение



Средний вес зобной железы в различные периоды жизни  
(в г.)

Возраст	Вес	Возраст	Вес
1—5 лет	25,7	26—30 лет	19,5
6—10 „	29,4	31—35 „	20,2
11—15 „	29,4	36—45 „	19,0
16—20 „	26,2	46—55 „	17,3
21—25 „	21,0	56—65 „	14,3

кровенного давления, особенно при введении в спинно-мозговой канал, усиленную секрецию слюны, увеличение перестальтики кишек, спазм (сокращение) бронхов — т. е. парасимпатические действия. Эпифиз имеет пока мало выясненное влияние на умственное развитие ребенка. Эпифиз у ребенка относительно крупнее, чем у взрослых. До 4 лет вес эпифиза равен 0,09 г., с возрастом увеличивается до 0,22 г.<sup>1</sup>

**Щитовидная железа.** При рождении ребенка щитовидная железа весит 2—3 г.: затем растет в детстве и юности, сохраняясь до глубокой старости. Строение этой железы с возрастом также меняется; у взрослых людей в железе соединительная ткань не так развита и обильна, как у стариков; у последних исчезает дольчатость желез. С начала препубертатного, предполового, периода железа усиленно растет до 20 лет.

Расстройства в работе щитовидной железы вызывают при гиперфункции (гипер—сверх) Базедову болезнь, а при гипофункции (гипо—ниже, меньше)—микседему. Если расстройства в работе железы наступают в раннем возрасте, то происходит: задержка или даже остановка роста, прорезывания зубов, развития внутренних органов и, что особенно важно, головного мозга. Если заболевание начинается еще в период утробной жизни, то наступает врожденная микседема, проявляющаяся явственно с 8—12 месяцев.

Ребенок, имеющий врожденную микседему, долго не ходит (иногда до 4-х лет), имеет толстые, отечные, конечности и лицо, в полуоткрытом рте виден толстый язык, кожа восковидна и бледна, волосы сухи, ломки. В психическом отношении—это ребенок-идиот: не просит есть, никого не узнает, и при малом росте имеет большой вес тела. Даже иногда к 15 годам не имеет признаков полового развития. Ребенок неподвижен, без-

<sup>1</sup> Marcel Monnier. Les fonctions de la glande pinéale. Revue Médicale de la suisse romande. № 14, 25 décembre, 1940, p. 1178—1194.



различен ко всему. Тело не имеет пропорций нормального ребенка, вид его уродлив.

При поздней микседеме (с 2—3 лет) признаки заболевания выступают тем меньше, чем позднее появилось заболевание. В горных местностях (Альпы, Пиренеи, Анды, Сванетия) встречается болезнь—кретинизм, похожая на микседему. При этом заболевании щитовидная железа перерождается и, сильно увеличиваясь, свисает на шее в виде зоба (не смешивать с зобной железой). Вид больного ребенка тот же, что при микседеме. Умственные способности тем меньше проявляются, чем раньше наступает заболевание. Кретины часто умирают молодыми от припадков эпилепсии.

Если микседема имеется не в развитой форме, то дети медлительны, апатичны, любят покой, а не игры и движения, ласковы, послушны, учатся с трудом и неохотно. Общий признак — недостаточное и запоздалое половое развитие.

Имеются стертые, неполные формы микседемы, когда обнаруживаются только некоторые черты микседемы и то в ослабленной форме.

**Базедовизм.** Противоположна по своему происхождению и признакам болезнь, носящая название «Базедовой» (по имени врача, впервые ее описавшего). Первым и постоянным признаком базедовизма является учащенный пульс (тахикардия), доходящий до 160—180 ударов, видно на глаз биение шейных артерий, глаза выпучены с беспокойным, странным блеском. Основной обмен повышен на 15—20 и больше процентов, в то время как при микседеме он, наоборот, понижен. Дети, страдающие базедовизмом, очень нервны, раздражительны, впечатлительны и подвижны, с трудом могут оставаться спокойными. Сон их также укорочен и беспокоен, сопровождается кошмарными сновидениями. Особенно часты расстройства иннервации кровеносных сосудов, обильный пот, ощущение жара, быстрая смена румянца на бледность, иногда повышение температуры тела без какого-либо бактериального или вирусного заболевания. Рост костей и органов усилен, но вес их уменьшен; базедовики, благодаря повышенному основному обмену, худы.

Иногда у детей имеются одновременно признаки микседемы и базедовизма.

Лечение микседемы производится обычно тиреоидином, порошком из высушенной щитовидной железы. Иод также благоприятно влияет на излечение ранней микседемы, так как в состав тиреоидина входит иод. Замечательно, что щитовидная железа обладает способностью извлекать из крови ничтожные следы иода, доставляемые в организм пищей, и концентрировать иод в своей ткани. Иод дают школьникам профилактически в высокогорных районах.



При базедовизме у взрослых прибегают к оперативному удалению части щитовидной железы, но к детям такой способ лечения базедовизма не применяется.

Щитовидная железа регулирует развитие организма уже с третьего месяца внутриутробной жизни, стимулируя развитие эктодермальной, энтодермальной и нервной тканей. Секретция щитовидной железы эмбриона мала, пока достаточна еще секретция материнской железы. Для выработки гормона щитовидной железы необходимо поступление в пищу иода, витамина В и аминокислоты триптофана. Щитовидная железа особенно активна в следующие периоды развития организма: 1) к началу прорезывания зубов (восьмой месяц), 2) к малому пубертатному периоду (5—7 лет), 3) к 13—15 годам—перед половой зрелостью, 4) после 20 лет, 5) возможно перед климаксом у женщин и, наконец, 6) в возрасте 60—70 лет.

Щитовидная железа усиленно стимулирует эмоционально-психическую жизнь человека.

При микседеме, даже у молодых субъектов, наблюдается резкое старение организма (Н. А. Шерешевский). Кожа сморщивается, высыхает, волосы рано седеют и выпадают, развивается артериосклероз. Некоторые клиницисты лечат стариков маленькими дозами тиреоидина и смотрят на микседему как на преждевременную старость. Старческие признаки являются также при атрофии половых желез и особенно передней доли гипофиза.

Вес щитовидной железы у стариков резко снижается, фолликулы уменьшаются в объеме, их коллоиды оплотневают или совсем исчезают. Наблюдается жировое перерождение эпителия фолликула. Паренхима железы, исчезая, замещается соединительной тканью; появляются многочисленные жировые клетки. Все это ведет к гипотиреозу, сопровождаемому уменьшением основного обмена.

Кендалю удалось выделить из высушенных и обезжиренных щитовидных желез кристаллическое вещество, действующее подобно тиреодину,—тироксин. Тироксин содержит 65,3% иода (кристаллы в виде безцветных игл), слабо растворим в воде и хорошо в щелочах; соединяясь с глобином, дает тиреоглобин. У микседематиков иод содержится в крови в количестве 2—7 г., у базедовиков—200 г. (при норме в 15 г.). Тироксин управляет обменом газов, белка, жира, углеводов и воды. От впрыскивания тирокина основной обмен повышается до 100%, сопровождаясь потерей гликогена печенью (но не мышцами), повышается белковый обмен, выделяется мочевины, креатин, креатинин, падает вес, несмотря на обильную пищу, отдача воды также увеличена. Повышается ударный объем сердца, уменьшается кругооборот крови, увеличивается объем вентиляции легких, повышается температура тела, что ведет к увеличению



отдачи тепла теплоизлучением и потом (базедовики сильно потеют). Метаморфоз низших животных ускоряется при питании их щитовидной железы. Зимняя спячка сопровождается уменьшением выделения гормона щитовидной железы. Тироксин и тиреоидин действуют не сразу после их приема, но зато длительно.

**Паращитовидные железы.** Удаление паращитовидных желез влечет за собой быструю смерть от удушения (при явлениях судорог всех скелетных мышц и спазма дыхательных мышц).

При недостаточности околощитовидных желез у детей наблюдается тетания (длительное сокращение всех мышц), сопровождаемая сильным понижением кальция в крови. Поэтому этим железам приписывают роль регуляторов кальцевого обмена в организме. При детской тетании наблюдаются также трофические расстройства: выпадение волос и ногтей, катаракты глаз, разрушение зубной эмали, дрожание мышц, мышечное бессилие и, наконец, умственная слабость (паращитовидная идиотия). Недостаточность паращитовидных желез может выявиться после инфекционных заболеваний (скарлатины, сыпного тифа, дифтерии и др.). Лечение—прием большими дозами хлористого кальция.

При тетании происходит подщелочение организма—исчезновение гликогена из печени; причем содержание сахара в крови понижается (гипогликемия).

В химически чистом виде гормон не получен.

**Надпочечные железы.** В течение первого года жизни ребенка в его надпочечнике происходят существенные изменения<sup>1</sup>.

**Изменение веса обоих надпочечников с возрастом (в граммах) (по Штефко)**

Новорожденный . . . . .	7,97	16—20 лет . . . . .	9,57
1—2 года . . . . .	4,84	51—60 „ . . . . .	12,32
3—5 лет . . . . .	5,36	61—65 „ . . . . .	13,45
6—10 „ . . . . .	6,99	71—80 „ . . . . .	11,03
11—15 „ . . . . .	8,51		

В надпочечнике наблюдается в это время резкое обеднение кровью, он становится значительно менее сочным, корковое вещество его образует складки.

К 3—4 годам вновь отмечается рост надпочечника, что выражается в увеличении толщины коркового и мозгового вещества. Мозговое вещество к 7-летнему возрасту значительно увеличивается и достигает размеров, равных корковому.

<sup>1</sup> Нобекур, Внутренняя секреция и ее расстройства у детей и подростков, 1927, Наркомздрав РСФСР, М., 254 стр.

Возрастные  
ный период х  
щества; уже  
дать над шир  
Надпочечни  
выделяет нед  
достаток кот  
Мозговое ве  
лин, возбужд  
тельных коли  
ное выше с  
слоев надпоч  
того гормона  
ляются такж  
Адренали  
даст симпати  
сердцебиение  
но-желудочн  
Симпатин  
лин при уд  
того же за  
Адреналин  
поджелудоч  
0,8 гаммы  
1 кг. В к  
7—9 мг. ад  
У стари  
в нем появ  
ках мозгов  
жиров—ли  
Надпоч  
нообразны  
обмен вещ  
надпочечн  
25%; это  
надпочечн  
ления фе  
углеводно  
ген в пе  
При  
обмен; м  
Выпаден  
тральных  
нам бак  
V. 30,6, р



Возрастные изменения надпочечниковых желез в пубертатный период характеризуются усиленным ростом мозгового вещества; уже к 10 годам ширина последнего начинает преобладать над шириной коркового слоя.

Надпочечники выделяют два гормона. Корковое вещество выделяет недавно открытый гормон—кортин, отсутствие или недостаток которого ведет к чрезвычайной мышечной слабости. Мозговое вещество выделяет в кровь другой гормон—адреналин, возбуждающий сильнее всего (даже в незначительных количествах) симпатическую нервную систему. Описанное выше скачкообразное развитие коркового и мозгового слоев надпочечников отражает усиление выделения того и другого гормона. В последнее время нашли, что надпочечники являются также местом регуляции обмена солей.

Адреналин (эпинефрин) химически синтезирован. Возбуждает симпатикус, суживает сосуды, расширяет бронхи, ускоряет сердцебиение, повышает кровяное давление, тормозит кишечно-желудочный тракт, расширяет зрачок.

Симпатин подобен адреналину и поэтому заменяет адреналин при удалении надпочечников; последние развиваются из того же зародышевого листка, как и симпатическая система. Адреналин — антагонист инсулину, выделяемому островками поджелудочной железы. Потребность человека в адреналине — 0,8 гаммы (гамма—тысячная доля миллиграмма) в 1 мин. на 1 кг. В крови адреналина 1:1 биллион; в надпочечниках 7—9 мг. адреналина.

У стариков атрофируется корковый слой надпочечников, и в нем появляются жировые клетки. В паренхиматозных клетках мозгового слоя, как правило, встречаются мелкие капли жиров—липоидов с вакуолями.

Надпочечники (по новым исследованиям<sup>1</sup>) имеют много разнообразных функций. Прежде всего надпочечники регулируют обмен веществ и энергии в организме. После удаления обоих надпочечников наблюдается понижение основного обмена на 25%; это понижение уничтожается введением экстракта коры надпочечников или соли натрия. Понижение зависит от подавления ферментативных процессов. Падают также все процессы углеводного обмена и особенно превращение глюкозы в гликоген в печени.

При гипофункции надпочечников нарушается и белковый обмен; мочевины появляется в крови в увеличенном количестве. Выпадение функции коры влечет расстройство синтеза нейтральных жиров, понижается также сопротивляемость к токсинам бактерий, шоку и ядам.

<sup>1</sup> Hartmann A. Funktionen of the Adrenal Cortex. Endocrinologie, 1942, V. 30,6, p. 681—869.



Экстракт надпочечников помогает от цынги и авитаминоза, вызванного недостатком витамина В. Удаление надпочечников сопровождается повышением содержания серы в крови и коже и усиление выделения ее с мочой.

При удалении надпочечников клетки ткани усиленно поглощают воду из лимфы, а эритроциты из плазмы; при инъекции вытяжки коры надпочечников водное равновесие восстанавливается; кроме того, резко расстраивается кровообращение — падает кровяное давление и уменьшается минутный объем крови. Особенно характерны для надпочечной недостаточности быстрая умственная утомляемость, бессонница, ухудшение общего настроения, сильная раздражительность; может появляться также пигментация кожи (Адиссонова болезнь).

Надпочечники имеют очень богатую иннервацию; нервы образуют в мозговом слое целые сплетения.

В теле взрослого человека содержится около 6 мг. адреналина на 100 кг. веса тела. У детей же до 9 лет только 1,52 мг.; от 11—20 лет—2,58 мг. и от 21 до 30 лет—4,21 мг. (у женщин только 2,45 мг.) (по Палладину).

При надпочечной недостаточности ребенок проявляет характерные черты астении: общую слабость, угнетение, неподвижность, малейшие движения мучительны и истощают его силы, сопровождаясь сильным сердцебиением. Иногда недостаточность имеет кишечно-желудочную форму: сильные боли в брюшной полости, похолодание конечностей, сильная рвота.

**Гипофиз.** Гипофиз находится в углублении турецкого седла; особый тяж соединяет железу с воронкообразным углублением дна 3-го желудочка.

Возрастное развитие гипофиза разделяется на четыре периода: эмбриональный, детский, препубертатный и юношески-зрелый (Штефко).

Гипофиз состоит из 3 частей: передней, задней долей и межуточной средней части.

Гипофиз эмбриона характеризуется клеточно-недифференцированной передней долей, пронизанной развитой сетью кровеносных сосудов; средняя доля имеет форму широкой щели; задняя, или нервная, доля слабо снабжена кровеносными сосудами. К 5—6 годам щель средней доли значительно суживается, представляя собой узкий длинный канал; передняя доля уже не имеет ячеистого строения; клеточные элементы ее равномерно распределены в сетке тонких сосудистых ветвей.

Вес гипофиза у новорожденных . . . . .	0,13 г.
„ „ „ 10 лет . . . . .	0,33 „
„ „ „ 20 „ . . . . .	0,54 „
„ „ „ 30 „ . . . . .	0,63 „



К 6—7 годам уже ясно дифференцируются эозинофильные клетки (красящиеся кислой краской—эозином) передней доли. Препубертатный период характеризуется усиленным развитием сосудов, питающих гипофиз. Усиливается секреция нервной части гипофиза, связывающая его с функцией гипоталамической области головного мозга.

Маленькая, величиной с горошину, железа—гипофиз—вырабатывает до 15 различных гормонов, влияющих на секреторную деятельность половых, щитовидных и других желез.

При расстройстве работы передней доли гипофиза наблюдается чрезмерный гигантизм или, наоборот, карликовый рост. Будущие великаны начинают расти или в детстве в 4, 8, 11 и 13 лет или в конце юношеского возраста, благодаря гиперфункции передней доли гипофиза. Иногда у детей и подростков наблюдается усиленный рост, который затем останавливается и не переходит в гигантизм. Рост идет в основном за счет нижних конечностей, но грудная клетка отстает в своем развитии, плечи узки; дети тщедушны. Иногда кисти и стопы непропорционально велики; конечности холодны, но сердце часто увеличено вследствие расширения полостей сердца, пульс учащен, желудочное пищеварение затруднено.

Умственная работа, требующая внимания, быстро утомляет больного, постоянные головные боли мешают школьным занятиям.

Карликовость развивается в детском и подростковом возрасте. Необходимо отличать гипофизарных карликов от карликов-микседематиков. Нужно отметить, что гипофизарная карликовость не появляется, если болезнь начинается в старшем возрасте (например, с 16 лет). Половое развитие при этом останавливается. Рост костей неожиданно и быстро может начаться уже у взрослого человека при акромегалии, обычно появляющейся при злокачественной опухоли гипофиза. Характерно для акромегалии чрезмерное и быстрое увеличение костей лицевого черепа: лицо удлинено, надбровные дуги, а также и скулы и подбородок увеличены в переднем направлении; губы толсты; кисти и стопы ног увеличены. Акромегалия обычно сопровождается атрофией половых органов. У юношей встречается временная акромегалия, которая затем исчезает.

Кроме того, при нарушении работы гипофиза наблюдается сильное гипофизарное ожирение; жир заполняет бедра, живот, ягодицы. Описан случай, когда вес 10-летней девочки равнялся 81 кг. Но при опухолях гипофиза встречается и обратное явление: чрезвычайная степень исхудания, истощения.

Во всех возрастах после 13 лет при заболевании гипофиза может появиться также несахарное мочеизнурение.

Гипофиз играет роль при зимней спячке животных, во время которой он сморщивается, уменьшаясь в размерах, чтобы с пробуждением животного опять принять свой нормальный вид.



При удалении гипофиза останавливается развитие половых желез.

Гипофиз вообще, по опытам Ефимова и Локшиной, регулирует фазы сна (соотношения между временем сна и бодрствования). Состояние сна, переход от длительного сна детей к меньшему по времени сну подростка и юноши вероятно зависит от деятельности гипофиза (см. «Сон» во II томе).

Гипофиз соединен с глазом особыми нервными путями, поэтому освещение глаза может изменять работу гипофиза и степень выделения им гормонов.

Это последнее ярко подтверждается на животных, изменяющих окраску кожи соответственно окраске почвы, на которой они находятся. Так, рыба-камбала изменяет окраску кожи из желтой в коричневую при перенесении ее с желтого на коричневое дно. Если вырезать глаза, то рыба теряет способность изменять окраску своей кожи применительно к окраске дна.

К многочисленным гормонам, выделяемым гипофизом, необходимо еще добавить и те гормоны, которые специфически воздействуют на другие железы внутренней секреции.

Гипофиз выделяет тиреотропный гормон, который активизирует работу щитовидной железы, гонадотропный гормон для половых желез и др. Гипофиз содержит бром в отличие от иода щитовидной железы.

Найдено прямыми биохимическими анализами, что с возрастом содержание брома в гипофизе падает, у стариков брома в гипофизе не обнаружено.

Половые железы. В первой фазе развития половые железы (яичники и яички) сходны у обоих полов. Яичники увеличиваются в объеме и весе с момента рождения до взрослого состояния.

Один яичник весит у новорожденного—0,5 г., у ребенка 2 лет — 3 г., в период полового созревания — 4—6 г. Яичник состоит из кортикального и мозгового вещества. Кортикальное вещество, в свою очередь, состоит из граафовых пузырьков различной зрелости; крупные пузырьки приближаются к поверхности яичника каждый лунный месяц и лопаются, освобождая зрелое яйцо, которое без оплодотворения выделяется через матку наружу (это явление называется менструацией). Но если яйцо встречает сперматозоид и оплодотворяется им, то оно переходит в матку, к разрыхленной стенке которой и прикрепляется; тогда из яйца начинает развиваться зародыш человека.

На месте лопнувшего пузырька образуется особое желтое тело с характерными желтыми клетками. Если оплодотворение произошло, то желтое тело не исчезает, а начинает выделять гормон желтого тела.

Яичко, или семенник, мужского зародыша выходит из поясничной области незадолго до рождения в мошонку через па-

ховое кольцо. Я  
то имеется явл  
Яичники и  
сперматозоиды  
ют и внутренн  
гормоны непосред  
ступать в нед  
различные, пря  
половых призна  
До 14 лет  
но на 15-м го  
придаются почти  
ся, а на 15-м  
значительно м  
Развитие с  
сначала из ро  
и сперматиды  
ды. У новоро  
индифферентны  
родоначальные  
В период п  
ды. Диаметр  
микроны, к пе  
110—120 микро  
140—170.  
Секреторна  
интерстициаль  
(холин-эстеры  
поиды появля  
Быстрым с  
сти половые  
ду другими  
яичка задерж  
ствует раннем  
Половое с  
увеличения д  
(длинные кос  
концов—эпиф  
развития эмб  
островки око  
(1—4-месячно  
надкостнице,  
сти проходит  
ше диафиза  
в двух напра  
В детском и  
дит в соедин  
эпифизом. О



ховое кольцо. Если опускания яичка в мошонку не произойдет, то имеется явление, называемое крипторхизмом.

Яичники и яички образуют соответственно яйцеклетки и сперматозоиды; но, кроме этой внешней секреции, они обладают и внутренней секрецией, выделяя специфические половые гормоны непосредственно в кровь. Половые гормоны могут поступать в недостаточном или чрезмерном количестве, давая различные, прямо противоположные изменения во вторичных половых признаках.

До 14 лет рост семенников у мальчиков идет постепенно, но на 15-м году делает резкий скачок. До 7-летнего возраста придаток почти не работает, от 7 до 14 лет вес его удваивается, а на 15-м году увеличивается в 8 раз, но затем он растет значительно меньше, чем семенники.

Развитие сперматозоидов происходит в несколько стадий: сначала из родоначальных клеток развиваются сперматоциты и сперматиды и затем из последних развиваются сперматозоиды. У новорожденных в семенниках имеются многочисленные индифферентные половые клетки и большие названные выше родоначальные клетки.

В период половой зрелости появляются зрелые сперматозоиды. Диаметр семенных канальцев у годовалых детей—60—80 микрон, к периоду половой зрелости он увеличивается до 110—120 микрон, а в период полового созревания достигает до 140—170.

Секреторная часть семенников состоит из так называемой интерстициальной железы. В яичниках имеется много липоидов (холин-эстеры и жирные кислоты); у взрослых женщин эти липоиды появляются только периодически в желтом теле.

Быстрым скачкообразным ростом к периоду половой зрелости половые железы нарушают установившееся равновесие между другими эндокринными железами. Эндокринное вещество яичка задерживает рост длинных костей и хрящей и способствует раннему появлению вторичных половых признаков.

Половое созревание глубоко изменяет характер и скорость увеличения длины тела, роста длинных и коротких костей (длинные кости, например бедро, состоят из тела—диафиз и концов—эпифизов). Кости образуются уже в первые периоды развития эмбриона в виде хрящей. Затем в хрящах появляются островки окостенения; образуется диафиз — костный цилиндр (1—4-месячного плода), который растет в толщину, благодаря надкостнице, образующей пласты костной ткани. В центре кости проходит мозговой канал с костным мозгом. Эпифиз дольше диафиза остается хрящевым; островок окостенения растет в двух направлениях — к диафизу и к сочленовой поверхности. В детском и юношеском возрасте рост кости в длину происходит в соединительной хрящевой прослойке между диафизом и эпифизом. Окостенение является результатом действия костного



мозга, производящего красные и белые кровяные тельца, а также остеобластов, разрушающих устаревшую ткань кости. У детей костный мозг красного цвета и заполняет всю кость. Когда рост кончается, то у взрослых, особенно у стариков, костный мозг сохраняется главным образом в концах длинных костей, в плоских и некоторых коротких костях. Самый костномозговой канал имеет только желтый костный мозг.

Наиболее резко выявляется отсутствие действия гормонов половых желез при ранней кастрации детей, т. е. после удаления яичек у мальчиков и яичников у девочек (евнухи). Рост сначала идет нормально, но затем продолжается и в то время, когда он нормально прекращается, главным образом растут нижние конечности, т. е. евнухи растут еще как дети.

Вместе с чрезвычайным ростом у евнухов отсутствуют вторичные половые признаки: волос на лобке почти нет, нет бороды, усов; отсутствует половое влечение. Голос не грубеет, остается слабым и высоким, благодаря остановке развития гортани; откладывается жир на бедрах, тазе. Характер и мышечная сила остаются детскими, т. е. имеются черты инфантилизма (от слова *enfant*—дитя). Если кастрация произведена у взрослого человека или пожилого (из-за болезни яичка), то черты евнухоидизма выражены слабо. Наоборот, при чрезмерном выделении гормона яичка (при его опухоли) наблюдается уже в 5-летнем возрасте необычно быстрое развитие скелета; в 9 лет вырастает длинная борода, резко меняется голос. При удалении опухоли яичка, спустя месяц, борода исчезает, голос, характер превращаются в отроческие, эрекции нет.

При недостаточной секреции яичника у девочек или их кастрации наблюдается задержка и полное отсутствие полового развития. Наступает ожирение, волосы на лобке и подмышками отсутствуют, таз не раздается в ширину, оставаясь узким, груди не увеличиваются, матка остается небольшой.

При недостаточной секреции яичников наблюдаются расстройства менструаций—месячных кровотечений; или они задерживаются, появляясь в 15—16 лет и позднее, или протекают ненормально, прерываясь на несколько месяцев. Иногда они очень болезненны, вызывая у девушек боль в области поясницы, живота, бедер, сопровождаемая головными болями, дрожью, общим угнетением, раздражительностью, слезами, быстрой утомляемостью и беспокойным сном. У девочек наблюдаются также случаи преждевременной половой зрелости. Так, у девочки, имевшей кисту (разражение) яичника, месячные появились в 4-летнем возрасте, а в 10 лет она была по росту и половому развитию равна взрослой женщине.

Половые гормоны, выделяясь в семенниках и яичниках, появляются в крови и моче; из последней их особенно удобно выделять. Так, Бутенандт изолировал из мочи мужской половой

гормон—андростерон  
был найден гормоном  
синтетически.  
Женских половых  
гормонов в кристаллическом  
половому гормону  
Взаимная  
между собой  
ный исследователи  
например между  
товыми железами  
печенью и поджелудочной  
и т. д.  
Взаимодействие  
гормональных (за)  
Но в организме  
действия между  
типофиз—щитовидной  
типофиз воздействует  
чае отсутствия  
Благодаря такому  
ванию у детей  
одной железы,  
о синдромах, т.  
расстройство де  
Образование  
в него витамин  
витамином А, р  
вых желез—с в  
ществами—фос  
Половые же  
так как они в  
сперматозоиды  
мо в кровь, т.  
и внутренней с  
К таким же  
желудочная же  
но поджелудоч  
панкреасную  
деляется особ  
лочной железе  
Инсулин ре  
кровь поступа  
М. М. За  
ганами в теле ра



гормон—андростерон и дегидроандростерон. В семенниках же был найден гормон тестостерон. Эти гормоны могут получаться синтетически.

Женских половых гормонов несколько: фолликулин, полученный в кристаллическом виде и химически близкий мужскому половому гормону и гормон желтого тела (прогестерон).

Взаимная связь желез внутренней секреции между собой. Огромный фактический материал, полученный исследователями, позволяет установить взаимодействие, например между эпифизом и гипофизом, гипофизом и паращитовидными железами, гипофизом и надпочечником, гипофизом, печенью и поджелудочной, щитовидной и паращитовидными, щитовидной и поджелудочной, надпочечником и поджелудочной и т. д.

Взаимодействие эндокринных желез начинается уже на эмбриональных (зародышевых) стадиях развития.

Но в организме<sup>1</sup> имеются не только непосредственные взаимодействия между парами органов (гипофиз—половая железа, гипофиз—щитовидная железа), но и через другие органы. Так, гипофиз воздействует на матку, но только через яичник; в случае отсутствия яичника гипофиз не усиливает развития матки. Благодаря такой взаимосвязи всех эндокринных желез заболевания у детей не являются результатом гипо или гипер-функции одной железы, но обычно целой группы желез, и врачи говорят о синдромах, т. е. целой группе признаков, характеризующих расстройство деятельности нескольких желез.

Образование гормонов в организме связано с поступлением в него витаминов. Так, работа щитовидной железы связана с витамином А, паращитовидных желез—с витамином Д, половых желез—с витаминами А и Е, а также с минеральными веществами—фосфором, кальцием.

Половые железы принадлежат к железам смешанного типа, так как они выделяют продукты своей деятельности—яйца и сперматозоиды в протоки и вместе с тем половые гормоны прямо в кровь, т. е. являются одновременно железами с внешней и внутренней секрецией.

К таким же железам смешанного типа принадлежит и поджелудочная железа (панкреас), которая выделяет одновременно поджелудочный (панкреатический) сок по протоку в двенадцатиперстную кишку и гормон—инсулин—в кровь. Инсулин выделяется особыми островками клеток, рассеянных по поджелудочной железе.

Инсулин регулирует углеводный обмен в организме; если в кровь поступает недостаточно инсулина, то в крови и затем в

<sup>1</sup> М. М. Завадовский, Противоречивое взаимодействие между органами в теле развивающегося животного, 1941, М., изд. МГУ, 80 стр.



моче появляется увеличенное количество сахара, наступает заболевание «диабет» (сахарное мочеизнурение).

Интересно отметить, что в неразвившихся плодах рогатого скота инсулин уже выделяется панкреасом, а трипсина еще нет. Инсулин действует противоположно адреналину, гормону задней доли гипофиза, и тироксину, потому что он возбуждает парасимпатическую, а они — симпатическую нервную систему.

Взаимосвязь между железами внутренней секреции и высшей нервной деятельностью. У детей-микседематиков, а также у животных с удаленной щитовидной железой рядом исследователей (Вальков, Азимов, Шюстин) было установлено сильное понижение тонуса возбудимости нервных клеток, что ведет к резкому ослаблению процессов возбуждения и торможения. При удалении же гипофиза у собак Кряжев наблюдал резкое понижение возбудимости без ослабления процесса торможения (см. «Высшая нервная деятельность»).

При кастрации Петрова установила ослабление как возбудимого, так и тормозного процесса, наступление хаотичности в условно-рефлекторной деятельности, выражающейся в форме послекастрационного невроза. Возраст имеет значение и в этих случаях. Молодые животные, собаки и обезьяны переносят кастрацию легче, чем старые.

При удалении гипофиза у собак (по Кряжеву<sup>1</sup>) угасают эмоции, отсутствует половой рефлекс, лай и реакция на появление другого животного. Получается впечатление, что у животного без гипофиза ослабляется влияние одного нервного центра коры мозга на другие, не выявляется иррадиация.

Красногорский (1946 г.) показал, что дача ребенку тироксина значительно улучшает условно-рефлекторную деятельность коры больших полушарий, но вместе с тем усиливает половое развитие и влечение.

Тироксин действует в течение 8 мес., после чего его благоприятное действие на кору мозга исчезает и необходимо повторение курса дачи тироксина. Красногорский имел возможность следить за улучшенной работой коры мозга под действием тироксина у одного человека с 8 лет до 34-летнего возраста.

<sup>1</sup> W. J. Kriaschew. Der Character der bedingten Reflexe von hypophysektomierten Hunden. Pflüger's Archiv, 1933, B. 222, H. 3, 389—401s.



## Глава IX. ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ ЧЕЛОВЕКА И ЕГО ИЗМЕНЕНИЯ С ВОЗРАСТОМ

Пассивный двигательный аппарат (кости и хрящ) и их возрастные изменения. Двигательный аппарат ребенка состоит, как и у взрослого человека, из тех же костей, мышц и нервной системы, но качественно весь двигательный аппарат ребенка сильно отличается от взрослого. Крепость костей и сила мышц наиболее наглядным образом показывают это различие. Во-первых, кости и мышцы растут и развиваются параллельно с возрастом ребенка, приблизительно до 15—20 лет, дальше мышцы по росту своей массы перегоняют кости, в особенности у людей, занимающихся физическим трудом и физкультурой. К 25-летнему возрасту заканчивается окостенение и рост всех костей, между тем масса мышц продолжает увеличиваться при занятии тяжелым физическим трудом. Нервная система также имеет особую кривую развития, не совпадающую с ростом костей и мышц, потому, что она несет, кроме двигательной функции, еще специфическую, только ей присущую, роль ощущения и мышления. Она ближе примыкает своим развитием к органам чувств.

Кости ребенка обильно снабжены кровью, значительно больше, чем у взрослого. Так, число гаверсовых каналов (через которые проходят кровеносные сосуды в костную ткань определенного сечения): у плода—18, у новорожденного—11, у ребенка 5½ лет—5, у взрослого—1—2.

Кости растут при определенной щелочной реакции омывающей их лимфы. Но рост кости—образование новых слоев костных пластинок (благодаря деятельности особых клеток надкостницы—остеобластов) сопровождается разрушением и рассасыванием уже образовавшихся участков кости, происходящих при кислой реакции. По Келлиkerу, сначала рассасывается хрящ, а затем и молодая кость как изнутри, так и с поверхности. На развитие костей оказывают сильное действие гормоны половых и других желез.

По Штефко, состояние костной системы является одним из наиболее точных показателей физического развития и морфологической дифференцировки детского организма. В практическом отношении особенно удобным оказывается определение костно-



го возраста по окостенению кисти путем рентгеновского снимка<sup>1</sup>.

Трубчатые кости в основном перестраиваются от 1 года до 3 лет, когда увеличивается их внутренняя полость при утончении наружного компактного вещества. С 4 до 6 лет вырабатываются более или менее постоянные взаимоотношения между губчатым и компактным веществом, и к 7 годам структура кости оказывается законченной. Такие же изменения происходят в синовиальных оболочках суставов (по Штефко).

Череп растет во всех направлениях до 6 лет. С 7 до 9 лет происходит рост основания. С 11—12 лет усиливается рост лицевого скелета, особенно в период полового созревания, когда устанавливаются окончательные соотношения между мозговой и лицевой частями черепа. Состав костного вещества с возрастом значительно изменяется по содержанию солей. Так, количество кальция у новорожденного 24 г., а у взрослого—1 кг.; причем 98% всего кальция находится в костях. Фосфора у новорожденного—14 г., а у взрослого 670 г.; причем 70—75% фосфора находится в костях. Отношение фосфора к кальцию также зависит от возраста. Кальций больше задерживается у маленьких детей, а фосфор—у взрослых.

Количество магния в организме взрослого—27 г. Рахит резко меняет солевой состав костей.

Химический состав костей у 2-месячного здорового и у рахитичного ребенка

Вещество (в г.)	Нормальные кости		Рахитичные кости	
	Большеберцовая кость	Локтевая кость	Бедро	Большеберцовая кость
Неорганические . . . .	65,3	64,07	20,50	33,64
Органические . . . . .	34,7	35,93	79,40	66,36
Фосфорнокислый кальций . . . . .	57,5	56,35	14,78	26,94
Фосфорнокислый магний . . . . .	1,03	1,00	0,8	0,81
Углеродистый кальций	6,02	6,07	0,8	4,88
Растворы солей . . . .	0,73	1,65	3,0	1,08
Коллаген . . . . .	33,66	34,92	72,2	60,14
Жир . . . . .	0,82	1,01	7,2	6,22

<sup>1</sup> В. Г. Штефко, Возрастная остеология, 1947, изд. Академии педагогических наук.

Измене  
растом. Ко  
их с годами  
костью грузу  
и еще меньше  
чем у старш  
большой эла  
груза в 15 кг.  
в позвонке 76  
1/4 от первонач  
Следующая  
сти костей, су  
растом прочн

Измене

Возраст  
(мужчина)

21 год  
30 лет  
74 года

Сила, от  
ка, будет та  
ка. Так, деф  
в килограмм

№ 1

Возраст  
тачивание п  
1 К. Геб  
1935, 234 стр  
9\*



Изменение физических свойств костей с возрастом. Кости стариков очень ломки, и физическая прочность их с годами сильно уменьшается<sup>1</sup>. Сопротивление, оказываемое костью грузу, больше всего у взрослых, меньше у стариков и еще меньше у ребенка. Но качество кости у ребенка лучше, чем у старика, так как кости ребенка обладают значительно большей эластичностью и менее ломки. Позвонок взрослого от груза в 15 кг. на 1 см.<sup>2</sup> дает ничтожное остаточное сокращение, в позвонке 76-летнего старика это сокращение равно 25%, т. е. 1/4 от первоначальной величины позвонка.

Следующая таблица дает сравнительные величины прочности костей, сухожилий и мышц. Прежде всего видно, что с возрастом прочность на разрыв сильно уменьшается.

Изменение с возрастом упругости и прочности мышц, сухожилий и костей

Возраст (мужчина)	Мышцы		Сухожилия		Кости	
	Модуль Юнга	Сопро- тивл. разрыву (на мм. <sup>2</sup> )	Модуль Юнга	Сопро- тивл. разрыву (на мм. <sup>2</sup> )	Модуль Юнга	Сопро- тивл. разрыву (на мм. <sup>2</sup> )
21 год	1,271	0,070	—	—	—	—
30 лет	0,352	0,0026	134,48	7,100	1,819	10,5
74 года	0,261	0,0017	200,05	5,300	2,638	7,3

Сила, от которой необратимо деформируется грудная клетка, будет также различной, в зависимости от возраста человека. Так, деформация грудной клетки получается при давлении в килограммах:

	В возрасте 30 лет	80 лет
При поперечном сжатии грудной клетки . . .	от 200 кг.	40 кг.
При продольном сжатии грудной клетки . . .	60 "	40 "

Возрастные изменения хряща. Изнашивание и обтачивание поверхностей хрящей в суставах наблюдаются в воз-

<sup>1</sup> К. Геблер, Физико-химические проблемы в хирургии. Биомедгиз, 1935, 234 стр.



расте 20—40 лет у 60% здоровых людей; после 40 лет—у 95% и после 50 лет—в 100% случаев.

Уплотнение межпозвоночных пластинок укорачивает рост человека днем на 2—3 см. У семилетних школьников уменьшение роста после уроков не превышает  $\frac{1}{2}$  см.

Граница излома или перелома для реберного хряща ребенка лежит при давлении 50 кг. на 1 см.<sup>2</sup>; взрослого 85—110 кг.; старика — 40 кг.

Хрящ ребенка обладает большей пластичностью, чем хрящ старика.

#### Химические изменения в хряще с возрастом (Бюргер и Шломка)

Возраст	Сухой остаток (в %)	Влажное вещество			Сухое вещество		
		(в %)	Са (в мг. %)	Холестерин (в мг. %)	(в %)	Са (в мг. %)	Холестерин (в мг. %)
до 9 лет	24,2	2,70	32,8	18,8	12,02	156,2	84
10—19	33,2	4,16	44,2	52,0	12,80	125,1	134
20—29	34,8	4,40	77,0	100,0	12,70	250,0	326
30—39	41,9	4,71	166,0	134,4	11,20	445,8	269
40—49	41,1	5,24	348,0	118,0	12,73	617,5	243
50—59	39,6	5,12	509,0	108,0	12,18	1231,0	257
60—69	41,8	5,39	599,0	143,0	12,85	1399,0	314
70—79	40,9	5,50	—	—	13,47	—	—

Хрящ взрослого обнаруживает почти совершенную эластичность, хрящ у стариков обладает незначительной пластичностью и эластичностью (рис. 15; по вертикали дана нагрузка, по горизонтали — степень эластичности).

Легкая повреждаемость старческого хряща зависит от потери способности восстанавливать свою форму и объем (Геке);

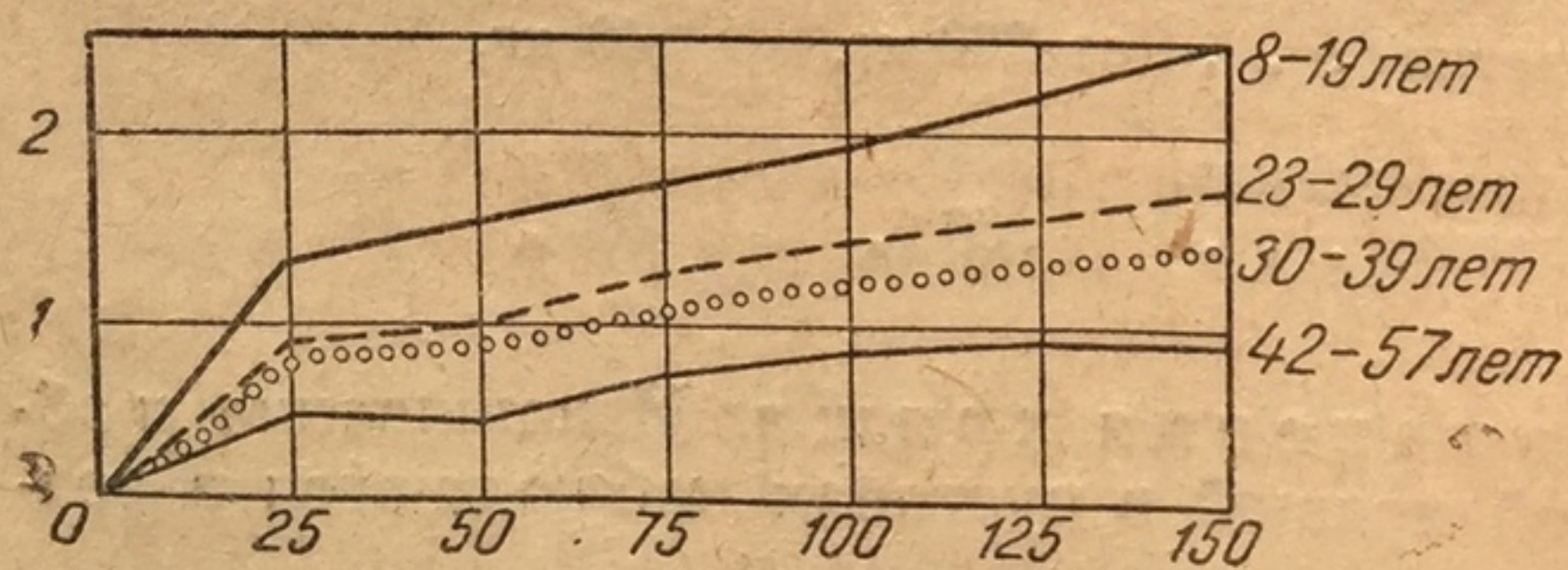


Рис. 15. Уменьшение эластичности соединительной ткани с возрастом

длительная нагрузка повреждает этот хрящ. У стариков часто наблюдается (особенно у женщин) изгибание позвоночника вперед, благодаря ослаблению спинных мышц. Вместе с тем гибкость



позвоночника значительно уменьшается от окостенения межпозвоночных хрящей; некоторые старики, не занимающиеся физическим трудом и физкультурой, не могут, не сгибая колен, нагнуться вперед и достать кончиками пальцев пола.

Занятие легкой физкультурой или физическим трудом, при котором позвоночник сгибается и разгибается, сохраняет подвижность и гибкость позвоночника и у стариков.

Активный двигательный аппарат. Возбудимые ткани: мышцы и нервы. Кости и хрящи, описанные выше, как части двигательного аппарата человека, хотя и являются живыми, растущими и развивающимися тканями, но не обладают замечательными и особыми свойствами активных частей этого аппарата — мышц и нервов — возбудимостью и распространением возбужденного состояния. Это свойство — приходить в возбуждение — сохраняется в мышцах и нервах не только в целостном организме, но даже и при извлечении их из тела.

Особенно долго сохраняют свою возбудимость мышцы и нервы холонокровных животных. Вырезанная мышца (например, икроножная из ноги лягушки) может многими часами сохранять свою возбудимость, если предохранить ее от подсыхания. Такая изолированная мышца приходит в возбужденное состояние, сокращаясь от различных видов раздражителей: мышца сократится, если ее ударить, прижечь, подействовать солью, электричеством. Следовательно, мышца сокращается от механических, тепловых, химических и электрических видов энергии; она отвечает на эти разнообразные воздействия одной реакцией — сокращением.

Мышца видимым для нашего глаза образом обнаруживает переход от спокойного состояния в возбужденное своим сокращением. Нерв, переходя из состояния покоя в возбужденное от тех же раздражителей, не обнаруживает видимым образом изменения своего состояния, чтобы можно было заметить его глазом даже под сильнейшим микроскопом. Но если взять нерв вместе с мышцей (так называемый нервно-мышечный аппарат лягушки), то, раздражая один только нерв, можно увидеть, как сократится мышца; последняя служит указателем покоя или возбуждения в нерве. Для того чтобы возбуждать мышцу или нерв, удобнее всего пользоваться электрической энергией, так как она не оставляет вредных последствий и может очень точно измеряться. Наименьшее количество электроэнергии, нужное для возникновения возбуждения, называется «порогом».

Различают возбудимость и возбуждение<sup>1</sup> мышц и нервов. Возбудимостью называется свойство живого вещества реагировать на раздражение: на практике возбудимость измеряется наименьшей пороговой величиной химического

<sup>1</sup> А. А. Ухтомский, О состоянии возбуждения в доминанте.



или физического раздражителя, который еще способен вызвать реакцию в живом веществе. Возбудимость есть поэтому величина линейная, например, сила электрического тока.

Возбуждением называется величина реакции живого вещества на раздражение, измеряемая двумя величинами: 1) величиной отклонения от уровня покоя ткани и 2) временем, в течение которого длится это отклонение. Например, мышца, возбуждаясь от электрического тока, сокращается; величина ее сокращения, помноженная на время, в течение которого длится это сокращение, дает площадь. Поэтому возбуждение есть величина квадратическая.

Между возбудимостью и возбуждением нет постоянной прямой зависимости, потому что одна величина может возрастать, а другая падать (Введенский)—все зависит от физиологического состояния возбудимой ткани. Так, в состоянии «раздражительной слабости» пороги раздражений очень низки (возбудимость повышена), а возбуждение очень слабо.

В явлении «парабиоза» (особого состояния) нерва имеется стадия, когда на сильное раздражение нерв реагирует слабо, а на слабое, наоборот, сильно.

Возбуждение, возникнув в какой-либо точке скелетной мышцы, распространяется вдоль мышцы с определенной скоростью (6—8 м. в секунду). Скорость возникновения и распространения возбуждения в мышцах зависит от их тончайшего строения.

Мышцы разделяются на гладкие и поперечно-полосатые. Первые составляют мускулатуру внутренних органов желудка, тонких и толстых кишок, стенок кровеносных сосудов; вторые, как показывает само название их, имеют поперечную исчерченность (видимую под небольшим увеличением микроскопа) и составляют мышцы, активнодвигающие кости скелета.

Физиологически гладкие и поперечно-полосатые мышцы резко отличаются друг от друга тем, что первые не подчинены воле, а вторые сокращаются под влиянием волевых импульсов; скорость сокращения тех и других мышц также различна. В то время как скелетные мышцы могут сокращаться с громадной быстротой (например, удар боксера нельзя заметить глазом), сокращение кишок происходит в течение нескольких минут; распространение сократительного возбуждения в мышцах кишок происходит так медленно, что их также нельзя заметить глазом, но уже из-за медленности сокращения.

Сердечная мышца обладает одновременно свойствами и гладких и поперечно-полосатых мышц.

Возрастные особенности строения и работы мышц очень велики. Новорожденный ребенок уже обладает хорошо сформировавшейся мускулатурой, но мышечные волокна составляют только 20—22% веса его тела, у взрослого же вес общей массы мышц доходит до 35—40% (рис. 16, 17). В связи с увеличением массы мышц с возрастом

растет и  
способность  
ла мышц к  
динамометр  
особенное  
развития.

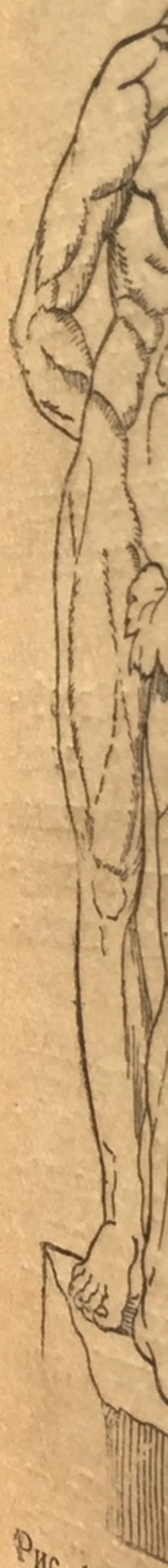


Рис. 16. Мышцы  
зависа в  
бота мыш  
ний завис  
ственное  
измеряется  
при помо  
Кривая  
кролика  
Но с воз  
к одиноч



растет и их подъемная сила, скорость сокращения и особенно способность длительного напряжения (статическая работа). Сила мышц кисти и сила мышц спины (определяемая становым динамометром) растет с неравномерной скоростью, на которую особенное влияние имеют малый и большой периоды полового развития. Сила мышц достигает своего максимума к 30 годам,

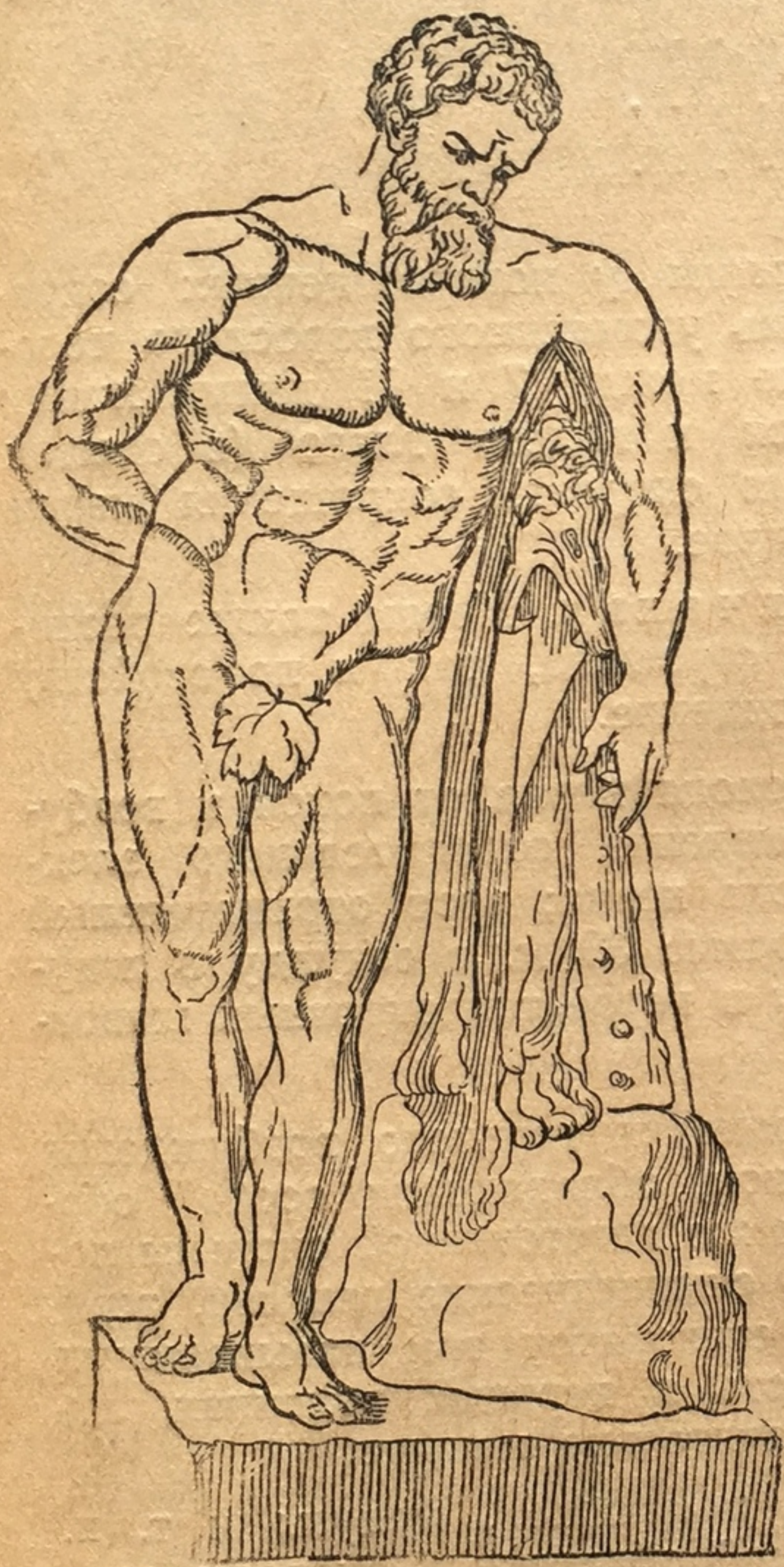


Рис. 16. Мышцы взрослого человека

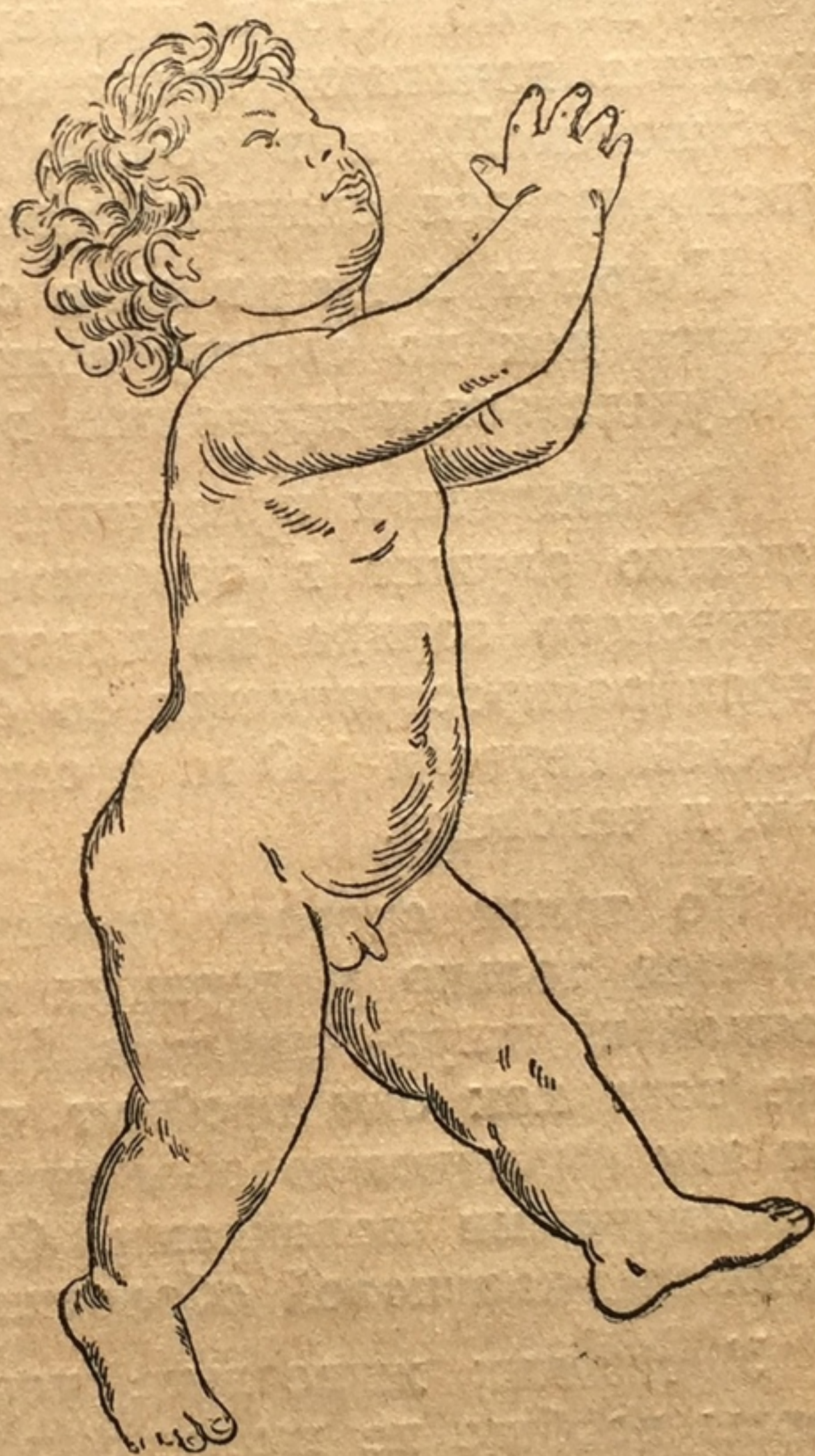


Рис. 17. Мышцы ребенка

зависят в основном от большей или меньшей их тренировки. Работа мышц в смысле их силы, скорости и координации движений зависит от импульсов нервной системы. Так как непосредственное измерение нервных импульсов пока невозможно, то измеряется возбудимость нервно-мышечной системы человека при помощи электрического тока.

Кривая сокращения поперечно-полосатой мышцы 2-дневного кролика напоминает вид кривой сокращения гладкой мышцы. Но с возрастом характер сокращения ее быстро приближается к одиночному сокращению поперечно-полосатой мышцы.



Возрастные изменения длительности сокращения мышц  
у кроликов (по Рябиновской)<sup>1</sup>

Возраст (в днях)	Длительность сокращения (в сек.)
2 . . . . .	0,7
7 . . . . .	0,4
11 . . . . .	0,2
19 . . . . .	0,16
45 . . . . .	0,086

Интересно отметить, что мышцы у новорожденных сокращаются так, как мышцы у очень утомленного взрослого человека. Важно, что в промежутке между 7 и 11 днями жизни кролика начинают прорезываться и видеть глаза (в опытах Рябиновской), и в то же время скорость сокращения мышц увеличивается скачкообразно вдвое.

Нервы и нервные окончания. Нервы также различаются как по своему тонкому строению, так и по свойству возбуждаться и проводить возбуждение.

Объективным признаком перехода нерва от покоя к возбуждению служит в основном появление отрицательного электрического заряда на поверхности нерва; этот отрицательный заряд распространяется со скоростью 30 м. в секунду в лягушечьем нерве и 100 м. в секунду в нерве теплокровных животных и человека.

Но такая скорость распространения нервного возбуждения имеется только у нервных волокон, обладающих особой оболочкой из жира—миэлина. Нервы же вегетативной системы после того как они пройдут через симпатические ганглии, теряют эту миэлиновую оболочку и становятся так называемыми безмякотными волокнами. Скорость в нервных волокнах, лишенных миэлиновой оболочки, значительно меньше.

У низших животных: червей, моллюсков, медузы и т. п. нервы вообще не имеют миэлиновой оболочки и скорость пробега нервных импульсов у них равна всего нескольким метрам и даже сантиметрам в секунду.

Необходимо здесь же отметить, что, кроме описанного распространяющегося нервного возбуждения, в нервной системе, особенно в нервных клетках, имеются явления «стоячего» нервного возбуждения (Введенский).

<sup>1</sup> А. М. Рябиновская, Материалы к физиологии животных в онтогенезе. Сообщение II. Характер сокращения скелетной мышцы млекопитающих в различные периоды постэмбрионального развития. Физиологический журнал СССР, 1934, т. XVII, № 6.



Нервные волокна у плода и новорожденного ребенка не все сразу покрываются миелиновой оболочкой, некоторые нервы образуют ее даже через несколько лет после рождения.

Нервы выходят в числе 31 пары из спинного мозга и идут к коже (чувствительные нервы) и к мышцам (двигательные нервы). Когда нервные волокна входят в мышцу, то они образуют особые нервные окончания. Каждая поперечно-полосатая скелетная мышца легко расщепляется под небольшим увеличением микроскопа или лупы на мышечные волокна. Некоторые большие мышцы содержат несколько тысяч мышечных волокон.

Нервы также расщепляются вдоль на множество нервных волокон. Но строение мышечных и нервных волокон сильно отличается друг от друга.

Каждое нервное волокно может иннервировать одно или несколько мышечных волокон, образовав своими окончаниями особые образования в виде вздутий. Эти нервные окончания обладают замечательной способностью, как показали последние исследования, расширяться при прохождении через них нервного возбуждения. При отсутствии прихода возбуждения из нерва в мышцу нервные окончания принимают свои прежние размеры. Таким образом, нервные окончания ведут себя как своеобразные амебы, то расширяясь, то сжимаясь. Эти нервные окончания также играют роль как бы трансформаторов, изменяя частоту и силу нервных импульсов, несущихся в мышцу. В живом организме мышцы и нервы обычно возбуждаются под влиянием нервных импульсов, приходящих к ним из нервных клеток, находящихся в спинном и головном мозгу.

Нервная мышечная возбудимость и определение ее величины хронаксией у детей различного возраста. Возбудимая ткань (мышца или нерв) переходит из состояния покоя к состоянию возбуждения не мгновенно, но через определенное, хотя и весьма малое, время. Стрезок времени, необходимый для перехода мышцы или нерва из покоя к возбуждению, называется «хронаксией» (хронос — время) и выражается обычно в тысячных долях секунды. Существуют особые аппараты для весьма точного измерения такого малого промежутка времени, называемые хронаксиметрами.

Хронаксиметр позволяет сначала определить порог действия отрицательного полюса постоянного тока (напряжение которого указывается вольтметром) на так называемые двигательные точки мышц, т. е. на те места, в которых нерв подходит ближе к поверхности мышцы, ближе к коже. Определяют, например, что раздражение двигательной точки сгибателя большого пальца электрическим током при 50 вольтах его напряжения дает еле заметное, т. е. пороговое, сгибание большого пальца. Затем увеличивают это напряжение, называемое реобазой



(т. е. порогом), вдвое. При удвоенном напряжении тока уже измеряют хронаксию, для чего используют свойство электрических конденсаторов разряжаться в различное время, смотря по их емкости—чем больше емкость конденсатора, тем больше времени нужно для его разряда. Имея набор конденсаторов различной емкости, можно подобрать такие, разряд которых дает опять пороговое, еле заметное сокращение сгибателя большого пальца. Так определяют величину хронаксии, выражая ее или в тысячных долях секунды или в единицах емкости—микрофарадах.

Хронаксиметры получили широкое распространение и применение как в физиологических лабораториях, так и в клиниках. На величину хронаксии имеет большое влияние множество факторов, например, холод, тепло, звук, свет, различные фармакологические вещества, эмоции, утомление и т. д.

Величина хронаксии закономерным образом изменяется с возрастом. Как показывает кривая (рис. 18), нервно-мышечная возбудимость человека, выражаемая обратной величиной хронаксии, с годами увеличивается (тогда как хронаксия умень-

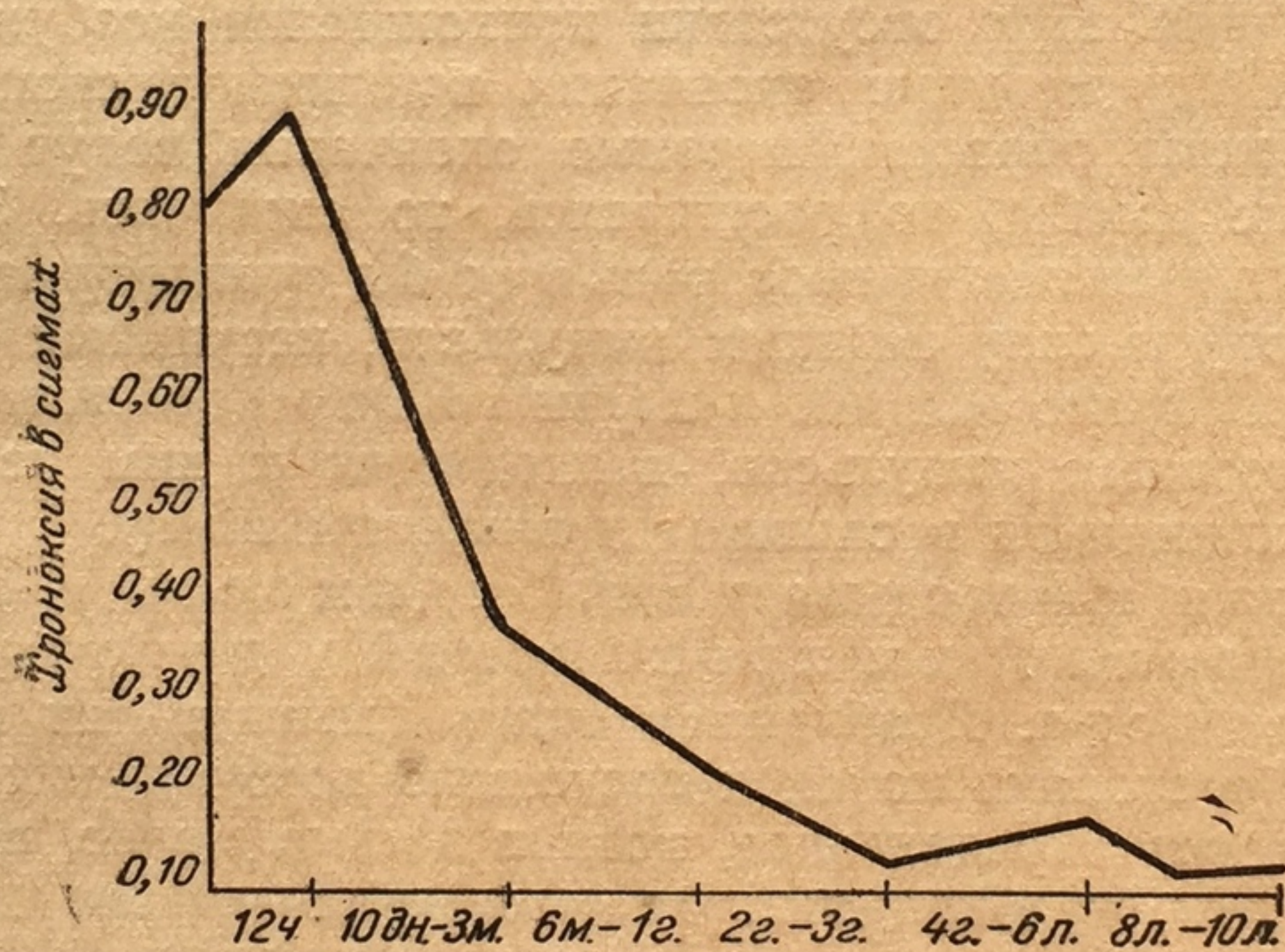


Рис. 18. Уменьшение величины двигательной хронаксии у детей с возрастом (по Вул'у)

шается), достигая к 4—5 годам постоянной величины. Говоря терминами школы Ухтомского, лабильность нервно-мышечной системы с возрастом увеличивается, т. е. мышцы и нервы скорее переходят из состояния покоя в рабочее, возбужденное состояние (см. таблицу).

Субординационная и конституционная хронаксия<sup>1</sup>. Головной мозг производит мощное влияние на ве-

<sup>1</sup> Е. Е. Штейнбах, Субординационная и конституционная хронаксия при действии постоянного тока. Архив биологических наук, 1938, т. XLIX, вып. 2, стр. 123—131.

Хронаксия у

Возраст	Хронаксия
Семимесячный недоносок	...
Восьмимесячный недоносок	...
Новорожденный до 12 час.	...
Новорожденный от 12 час. до 10 дней	...
От 10 дней до 3 мес.	...
3-6 мес.	...
6-12	...
1-2 года	...
2-3	...
3-4	...
4-6 лет	...
6-8	...
8-10	...
Взрослые (Бургиньон)	...

личину хронаксии пример, седалищного мозга, то хронаксия французский физиолог (субординацию) во центрам оснований ядра.

Хронаксия, освного мозга была определенная на человека физиологом Магн без перерезки илрвать влияние нерподвергал нерв через несколько мест действия хронаксии на 30—40 человека импульсы, мозга, понижают возбудимых тканей

Ю. М. Уфл



# Хронаксия у человека в онтогенезе (в сигмах)<sup>1</sup> (по Вул'у)

Возраст	Бицепс	Общий сгибатель пальцев	Общий разгибатель пальцев	Средний нерв
Семимесячный недоносок . . . . .	4,8	2,40	4,80	0,72
Восьмимесячный недоносок . . . . .	2,62	1,18	2,00	1,16
Новорожденный до 12 час. . . . .	0,66	0,62	0,88	0,46
Новорожденный от 12 час. до 10 дней . . . . .	0,89	0,61	0,80	0,58
От 10 дней до 3 мес. . . . .	0,66	0,57	0,90	0,45
3-6 мес. . . . .	0,38	0,52	0,87	0,38
6-12 " . . . . .	0,28	0,38	0,89	0,36
1-2 года . . . . .	0,22	0,30	0,69	0,35
2-3 " . . . . .	0,17	0,31	0,62	0,27
3-4 " . . . . .	0,13	0,25	0,56	0,24
4-6 лет . . . . .	0,17	0,24	0,73	—
6-8 " . . . . .	0,11	0,21	0,58	—
8-10 " . . . . .	0,10	0,22	0,51	—
Взрослые (Бургиньон)	0,10	0,30	0,58	0,30

личину хронаксии периферических нервов. Если перерезать, например, седалищный нерв лягушки, т. е. отделить его от головного мозга, то хронаксия нерва увеличивается. Этим опытом французский физиолог Лапик в 1923 г. открыл подчинение (субординацию) возбудимости периферических нервов нервным центрам основания среднего мозга, так называемого красного ядра.

Хронаксия, освобожденная от влияния головного и спинного мозга была названа Лапиком «конституционной». Раздельное определение субординационной и конституционной хронаксии на человеке было применено в клинике русским физиологом Магницким, применившим остроумную методику без перерезки или повреждения нерва. Для того чтобы прервать влияние нервных центров на периферические нервы, он подвергал нерв действию постоянного тока, чем вызывалась через несколько минут непроходимость нерва для нервных импульсов; при измерении хронаксии нерва значительно ниже места действия постоянного тока он получал повышение хронаксии на 30—40%. Отсюда можно сделать вывод, что у человека импульсы, исходящие из нервных центров головного мозга, понижают хронаксию, т. е. увеличивают лабильность возбудимых тканей. Весьма важно исследовать, с какого воз-

<sup>1</sup> Ю. М. Уфлянд, Теория и практика хронаксиметрии, Ленгиз, 1941.



раста у детей начинается это действие головного мозга и как можно различать ту и другую хронаксию. Это дало бы возможность установить начало и усиление с возрастом влияния головного мозга на периферические нервы.

Розансва<sup>1</sup>, исследуя субординационную и конституционную хронаксии нервов у котят, начиная с внутриутробного состоя-

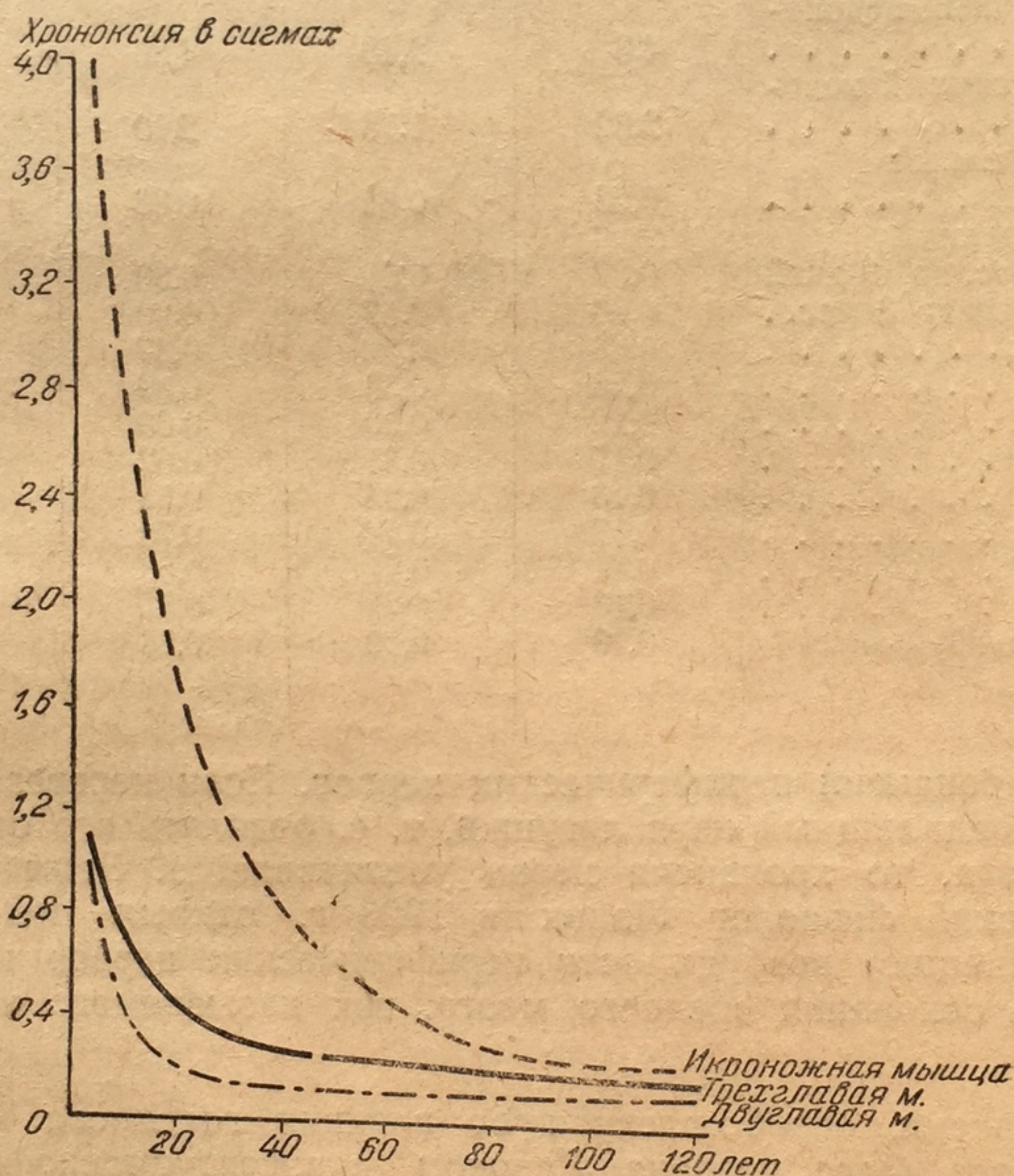


Рис. 19. Уменьшение величины двигательной хронаксии у взрослых и стариков

ния и до взрослого периода, нашла, что субординация в незначительной и неустойчивой степени наблюдается в первые часы рождения и при прозревании (8—12-й день), а затем в резкой форме у взрослых животных.

Возрастные изменения вестибулярной хронаксии. Если пропустить электрический ток через вестибулярный аппарат человека (см. «Органы чувств»), именно через сосцевидные отростки, сейчас же за ушной раковиной, то замечаются характерные реакции этого аппарата: появляется

<sup>1</sup> В. Д. Розанова, Субординационная и конституционная хронаксии мышц-антагонистов в онтогенезе. Архив биологических наук, т. XVI, вып. 1.

головокружение и не  
и ее повороты. Как  
ляется порог—реобаз  
чина вестибулярной  
а хронаксия, наобор  
произведены едини  
(Скриппинская, Ф  
тот же, именно, что  
ность моторной, с  
Так, Скриппинс  
гмы) у новорожден  
Тимофеев и Винода  
тей вестибулярная  
ся у 20—40-летних  
даже до 35 сигм.

Изменение  
организма с во  
Если мы будем  
тично только в про  
понять длительную  
стрых движений м  
обладают целой га  
может сократиться  
(одиночное сокра  
ца под влиянием д  
ся настолько медл  
Между одиночным  
ями можно наблю  
жуточных скорост  
стро форму своего  
(например, наполо  
почти мгновенно  
сокращения в обра  
не сокращаясь, пе  
ское сокращение).

К многообрази  
сти прибавляется  
и напряжений мы  
струю смену скор  
блюдать в игре  
имеется сокраще  
исходит совмести  
нескольких мышц  
Много времен  
столько изолиров  
этой сменой скор  
мышцы при одно



головокружение и произвольные наклоны головы вперед, вбок и ее повороты. Как и при моторной хронаксии сначала определяется порог—реобазы, затем уже измеряется хронаксия. Величина вестибулярной реобазы значительно ниже, чем моторной, а хронаксия, наоборот, во много раз больше. В этой области произведены единичные исследования над влиянием возраста (Скриципинская, Фарфель, Тимофеев), но вывод из них один и тот же, именно, что вестибулярная хронаксия, в противоположность моторной, с возрастом увеличивается.

Так, Скриципинская нашла наименьшую хронаксию (0,4 сигмы) у новорожденных, а наибольшую у стариков (55 сигм), Тимофеев и Винодарова нашли, что в среднем у 10-летних детей вестибулярная хронаксия равна 6 сигмам; она увеличивается у 20—40-летних до 20 сигм, а у пожилых от 40 до 60 лет даже до 35 сигм.

Изменение нервно-мышечной деятельности организма с возрастом. Ансамбли Ухтомского. Если мы будем представлять деятельность мышцы схематично только в простом сокращении и удлинении ее, то трудно понять длительную работу тончайших приспособительных и быстрых движений мышц. Мышцы юноши и взрослого человека обладают целой гаммой разнообразных сокращений. Мышца может сократиться почти мгновенно, в сотые доли секунды (одиночное сокращение), и сейчас же расслабнуть; та же мышца под влиянием других нервных импульсов может сокращаться настолько медленно, что глаз не заметит этих сокращений. Между одиночным быстрым и тоническим тягучим сокращениями можно наблюдать сокращения мышцы различных промежуточных скоростей. Мышца может менять чрезвычайно быстро форму своего сокращения—так, сократившись медленно (например, наполовину), она затем может закончить сокращение почти мгновенно или произвести такое изменение в скорости сокращения в обратном порядке. Мышца может также, почти не сокращаясь, перейти в напряженное состояние (изометрическое сокращение).

К многообразию видов таких сокращений мышц по скорости прибавляется также и многообразие изменений сокращений и напряжений мышц по их силе. Особенно хорошо такую быструю смену скоростей и силы напряжений мышц можно наблюдать в игре пианиста. Но редко в организме человека имеется сокращение изолированной мышцы, почти всегда происходит совместная одновременная и последовательная работа нескольких мышц (например, руки и ноги).

Много времени употребляет ребенок, чтобы овладеть не столько изолированным и быстрым сокращением мышцы, как этой сменой скорого сокращения на медленное одной и той же мышцы при одном и том же сокращении.



Рост мышцы происходит не только в длину (медленно, соразмерно с ростом костей), но и в поперечнике, объемно, как и костей, и находится под влиянием желез внутренней секреции, особенно половых. Появляющаяся и ощущаемая сила мышц требует умения распоряжаться этой новой мощностью при половом созревании, соразмерять ее со скоростью и длительностью сокращения мышц.

Часто подростки и юноши увлекаются развитием силы мышц и при неразвившихся костях, особенно позвоночном столбе, усиленно занимаются тяжелыми видами атлетики: подыманием тяжестей, борьбой, метанием молота, аппаратной гимнастикой. Такие преждевременные увлечения тяжелой атлетикой для развития мускулатуры вредно отражаются на росте костей и формировании всего тела. Тем более, что при этих формах физических упражнений не участвуют достаточно и в необходимой мере сердце и легкие. Между тем, развив дыхательный аппарат, легкие и сердце, юноши могут затем развить специальными силовыми упражнениями и мощную мускулатуру.

**Тонус мышц.** Мышцы, находящиеся в полном покое, все-таки имеют напряжение и оказывают сопротивление растягиванию и сдавливанию. Мышцы оказывают определенное сопротивление производимому на них давлению, тем большее, чем сильнее их тонус. Простой опыт на лягушке показывает, что тонус мышц зависит от нервных импульсов, непрерывно идущих по нерву к ним из центральной нервной системы. Если перерезать седалищные нервы у лягушки, то нижние лапки отвисают, удлиняются, теряя свой тонус. Различают контрактильный, сократительный и пластический тонусы. Основным признаком сократительного тонуса мышц является противодействие их растяжению. Пластический же тонус выявляет прямо противоположное свойство—способность сохранять без напряжения любую приданную мышцам длину; пластический тонус характерен для гладких мышц внутренних органов желудка, кишечника. Желудок может без противодействия растягиваться, не развивая при этом сопротивления для поступления новых порций пищи; при опорожнении желудка его мышцы пластически укорачиваются, всегда тесно охватывая остающуюся пищу.

Особенности тонического сокращения скелетной мускулатуры на ранних этапах онтогенеза выявляются при их раздражении. У щенков в возрасте до 10—12 дней скелетная мускулатура при раздражении ее токами различной формы, длительности, интенсивности и частоты отвечает тоническим сокращением (Розанова, 1941). В возрасте от 12 дней до 2 месяцев мышцы показывают переход между тоническим и тетаническим типом сокращения; в этом возрасте уже не получается пластический тонус. С 1½—2 месяцев мышцы скелета выявляют особенности, характерные для взрослых собак.

У детей раннего  
нус сгибателей бедра  
Новую теорию то  
ких мышц и других  
физиолог Макаров  
исследований он на  
гольца скорости р  
в секунду, по нерв  
(несколько километр  
нервного возбужден  
ночью, во сне, тону  
иннервации.

Изменения  
вации мышц  
тающие мышцы-ан  
тели и разгибатели  
нять свою функци  
тогда, когда антаг  
слабнет. Так, двугла  
может быстро и  
когда трехглавая м  
время расслабит  
жет сократиться п

Как показал Ше  
ходит так называем  
мышц (рис. 20). В то  
идет возбуждение,  
наоборот, тормож  
вершено необходи  
ний передних и за  
ным Еникеевой<sup>2</sup>,  
котят не сразу же  
40 дней у них отсу  
ния в задних коне  
менно сокращают  
ко с 1½ месяца  
взрослого животн  
время задние ко  
в стоячем полож

<sup>1</sup> П. О. Мака  
1947, М. Медгиз.  
<sup>2</sup> А. Г. Гинец  
енно-медицинский со

<sup>2</sup> С. И. Ени  
в онтогенезе. Бюлле  
вып. 6, 1944, стр. 3



У детей раннего возраста имеется необычайно сильный тонус сгибателей бедра, который затем ослабляется.

Новую теорию тонуса как поперечно-полосатых, так и гладких мышц и других органов дал в последнее время советский физиолог Макаров<sup>1</sup>. На основании электро-физиологических исследований он нашел, что, кроме известной с времен Гельмгольца скорости распространения нервного возбуждения 100 м. в секунду, по нервным волокнам несутся с громадной скоростью (несколько километров в секунду) слитно-тонические волны нервного возбуждения, которые и создают тонус мышц. Только ночью, во сне, тонус мышц ослабевает благодаря уменьшению иннервации.

Изменения реципрокной (взаимной) иннервации мышц с возрастом. Противоположно работающие мышцы-антагонисты (мышцы-сгибатели и разгибатели) могут правильно выполнять свою функцию, сокращаться, только тогда, когда антагонистическая мышца расслабнет. Так, двуглавая мышца плеча (бицепс) может быстро и сильно сократиться тогда, когда трехглавая мышца (трицепс) в то же время расслабнет и, наоборот, трицепс сможет сократиться при расслаблении бицепса.

Как показал Шеррингтон, при этом происходит так называемая реципрокная иннервация мышц (рис. 20). В то время как в одной мышце идет возбуждение, к мышце-антагонисту идет, наоборот, торможение. Такая иннервация, совершенно необходимая для ритмичных движений передних и задних конечностей, по данным Еникеевой<sup>2</sup>, наблюдается у родившихся котят не сразу же после их рождения; до 30—40 дней у них отсутствуют процессы торможения в задних конечностях и поэтому одновременно сокращаются и сгибатели и разгибатели. Начиная только с 1½ месяца жизни, у котят можно наблюдать типичную для взрослого животного реакцию реципрокного торможения. В это время задние конечности уже могут поддерживать животное в стоячем положении.



Рис. 20. Схема реципрокной иннервации антагонистических мышц (по Шеррингтону)

<sup>1</sup> П. О. Макаров, Проблемы микрофизиологии нервной системы, 1947, М., Медгиз.

<sup>2</sup> А. Г. Гинецинский, Физиологические механизмы контрактур. Военно-медицинский сборник, II, 1945, 10—31.

<sup>2</sup> С. И. Еникеева, Реципрокная иннервация мышц-антагонистов в онтогенезе. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, т. XVII, вып. 6, 1944, стр. 33—35.



## Глава X. ЦЕНТРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА И ЕЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

Нервная система человека может быть разделена по анатомическим и функциональным признакам. Так, всю нервную систему человека делят на центральную и периферическую системы, подразумевая под первой спинной и головной мозг, а под второй—все нервные стволы и нервные сплетения, идущие от центральной нервной системы. Это подразделение основывается не только на местоположении их в организме человека, но и на их функциональном различии.

Но и центральная нервная система делится на вегетативную (растительную) и анимальную (животную), или соматическую. Последняя представляет собой двигательные и чувствительные нервные клетки и волокна. По мере накопления новых фактов по анатомии и физиологии вегетативной и соматической нервной системы современные физиологи и анатомы считают, что между их деятельностью имеется тесная взаимосвязь и что вегетативная система иннервирует мышцы так же, как и двигательная (Орбели). Эти выводы делаются на основании многочисленных опытов и подтверждаются гистологическими исследованиями. Особенность эта резко выявляется в организме ребенка и тем больше, чем он моложе. Но с дидактической точки зрения приходится излагать вегетативную нервную систему отдельно от анимальной.

**Рефлекторная дуга.** В целостном организме животного и ребенка раннего возраста движение неотделимо от ощущения, чувства. Только для удобства последовательного изучения физиология отделяет движение от ощущения, двигательный аппарат от ощущающего. На самом деле рядом с двигательными волокнами в нерве проходят и чувствительные.

Ощущение и движение составляют единый механизм, так называемую рефлекторную дугу, состоящую из вполне определенных анатомических путей—частей нервной системы.

Из спинного мозга через межпозвоночные отверстия выходят с каждой его стороны 31 пара спинномозговых нервов двумя «корешками»—передним двигательным и задним чувствительным. Последний имеет после выхода из спинного мозга вздутие, где помещается чувствующая клетка. Двигательные



волокна переднего корешка выходят из двигательных клеток серого вещества спинного мозга.

Выходя отдельно, двигательные и чувствительные волокна затем соединяются в один нервный ствол, но дальше они опять разделяются и чувствительные волокна образуют чувствительный нерв, оканчивающийся в коже, двигательный же нерв, в свою очередь, оканчивается в мышцах.

Если обезглавить лягушку, оставив только спинной мозг, а затем прикоснуться бумажкой, намоченной серной кислотой к ее коже, то мышцы лапки придут в движение, и лапка дернется от болевого раздражения. Если бумажка приклеена к коже, то тогда другая лапка придет в движение и будет счищать с первой лапки больно раздражающую бумажку. Таким образом обезглавленная лягушка производит благодаря целостной дуге рефлекса целесообразное движение.

В дальнейшем физиологи открыли и изучили множество различных наследственно передающихся рефлексов как в спинном, так и в головном мозгу, рефлексов не только анимальной, но и вегетативной нервной системы. Особенно у ребенка ранних возрастов найдены и описаны рефлексы, дающие указания врачу о нормальном и патологическом состоянии нервной системы ребенка.

Если человек, сидя, положит одну ногу на другую и ему ударить по колену ниже коленной чашки верхней ноги, то последняя подбросится вверх (см. рис. 21). Это тоже рефлекс, но

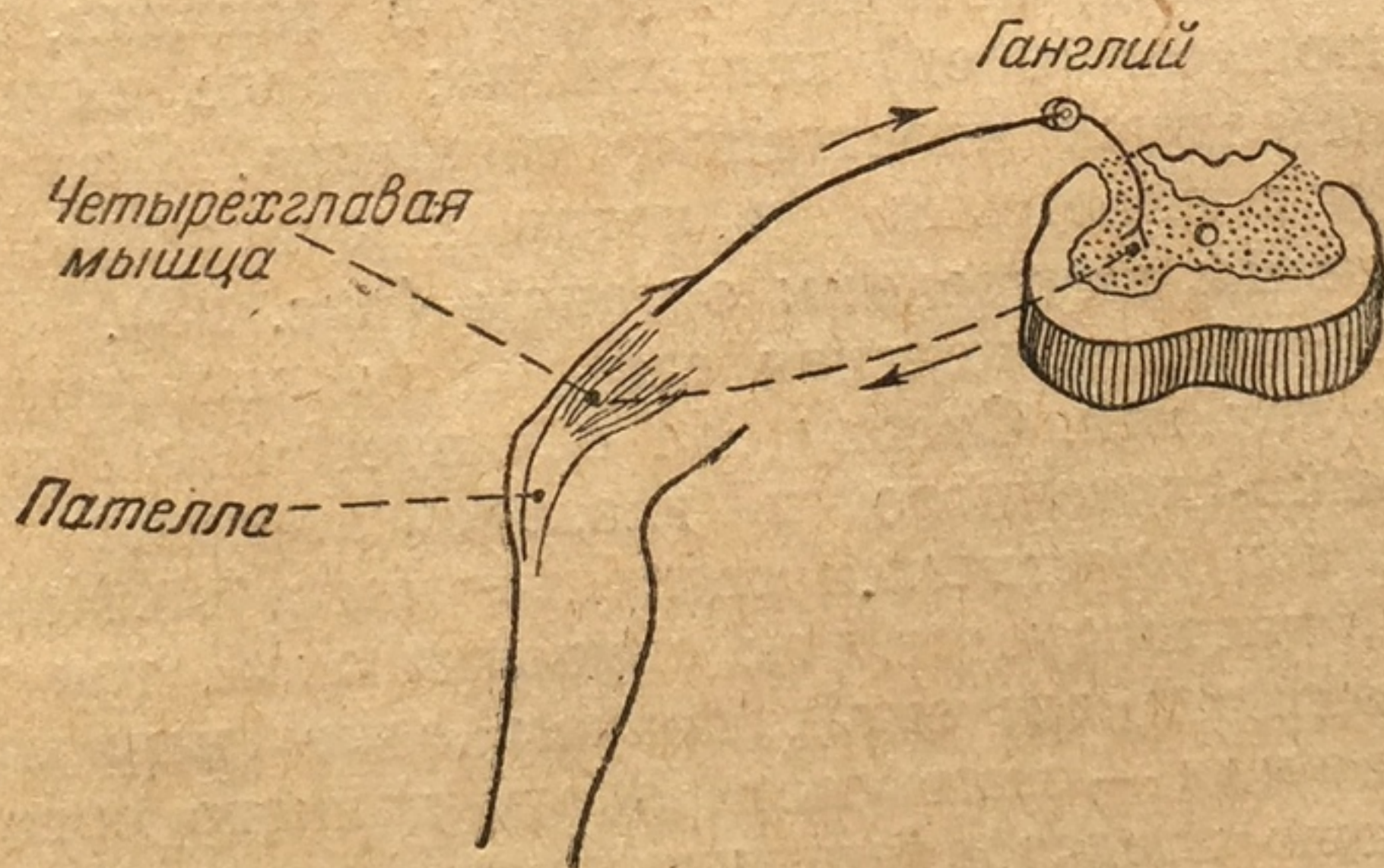


Рис. 21. Коленный рефлекс у человека

не кожный, а сухожильный. Каждая мышца дает подобное рефлекторное сокращение при ударе по ее сухожилию. Дуга этого сухожильного, или как еще называют его «собственного», рефлекса проходит от чувствительных путей мускульного, рефлекса проходит от чувствительных путей мускульных волокон через нервные клетки спинного мозга. Эти рефлексы, когда они соответствующим образом видоизменены, особенно, когда они соответствующим образом видоизменены, особенно



бенно много дают врачу-невропатологу для определения заболевания нервной системы<sup>1</sup>.

Вегетативная нервная система. Вегетативная, или растительная, нервная система регулирует работу всех внутренних органов человека: сердца, легких, желудка и кишечника, печени, селезенки, желез внешней и внутренней секреции, половых и других органов. По Орбели, нет такого органа в теле животного или человека, который не иннервировался бы вегетативной нервной системой; самые мышцы и анимальная нервная система иннервируются вегетативными нервными волокнами.

Но вегетативная нервная система, иначе называемая автономной<sup>2</sup>, так сказать двулика; по своим функциям она распадается на 2 отдела—на симпатическую и парасимпатическую нервную систему. Взаимоотношение этих двух нервных систем очень сложно и до настоящего времени полностью не выяснено.

Анатомически эти две нервные системы также разделены (рис. 22 на стр. 147). Симпатическая нервная система берет начало из грудной и поясничной частей спинного мозга. Симпатические нервные волокна, выходящие из спинного мозга, имеют миэлиновую оболочку, но затем они ее теряют, входя в нервные узлы, или ганглии, симпатической нервной цепочки, лежащей по бокам спинного мозга. Если взять лягушку и, вскрыв ее, удалить все внутренности, то можно ясно видеть две цепочки симпатических ганглиев, лежащих по бокам спинного позвоночного столба. Те волокна, которые входят в ганглии, называются «преганглионарными (пред) волокнами»; после выхода из ганглия они называются «постганглионарными». Дальше эти волокна образуют сплетения, из которых отдельные ветви уже идут к различным внутренним органам (рис. 23).

Парасимпатическая нервная система располагается над симпатической и под ней. Сверху она образуется из блуждающего, лицевого, языко-глоточного и глазодвигательного нервов, а снизу из волокон крестцовых сегментов (рис. 22). Каждый орган нашего тела иннервируется как симпатической, так и парасимпатической нервной системой, причем одна нервная система ускоряет, а другая—замедляет работу данного органа.

Но не нужно представлять, что роль, например, торможения свойственна только одному виду нервной системы потому, что парасимпатическая нервная система в лице блуждающего нерва (вагуса) тормозит и ослабляет, а симпатическая, наоборот, ускоряет и усиливает сокращения сердца. В желудке и кишках роли их меняются. Там вагус усиливает секрецию пищевари-

<sup>1</sup> Модель М. М., Руководство по методике исследования нервно-психической сферы детей раннего возраста, Медгиз, 1929, 282 стр.

<sup>2</sup> Дж. Ленглей, Автономная нервная система, ч. I, Госиздат, М., 1925, 70 стр.



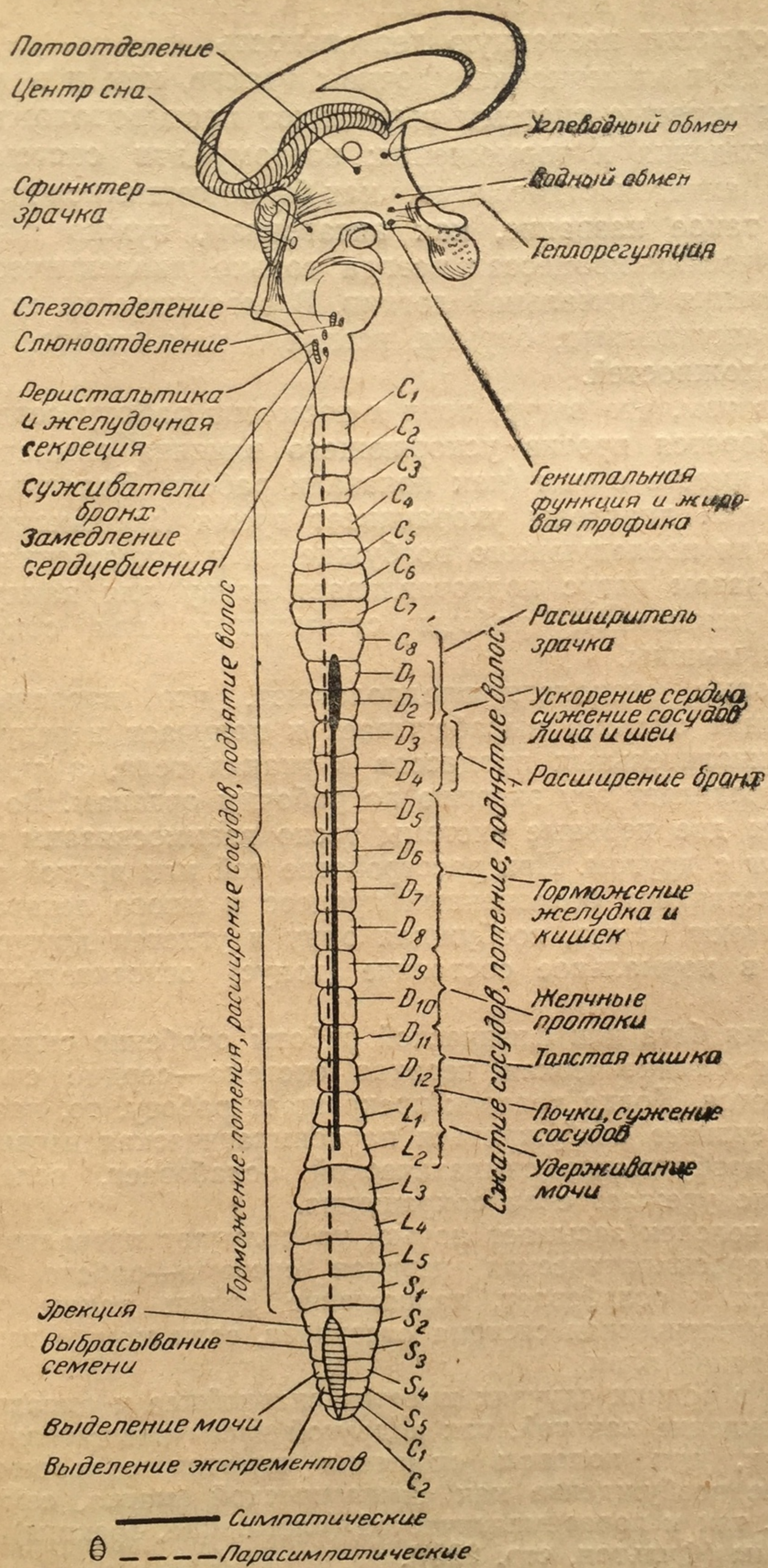


Рис. 22. Вегетативная нервная система с ее вегетативными нервными центрами



тельных соков и движения кишек, а симпатический нерв, наоборот, тормозит названную деятельность.

В сердце и кишечно-желудочном тракте, как и в других органах, эти нервные системы выполняют противоположные функции возбуждения и торможения; поэтому эти системы часто называют антагонистическими, как бы борющимися друг с другом. Но такое название, как антагонизм, нужно понимать в физиологических процессах всегда только диалектически, а не с точки зрения формальной логики. В организме не может быть простого антагонизма, борьбы, всегда в нем имеется единство противоположностей.

Дело в том, что вагус, хотя и тормозит работу сердца, т. е. как бы борется против ускоряющего влияния симпатического нерва, но вместе с тем (как показали работы Балакшиной) вагус во время диастолы укорачивает время (хронаксию), необходимое для последующего возбуждения и сокращения сердца. Таким образом вагус подготавливает почву для наилучшей и наиболее экономной работы симпатикуса при сокращении сердечной мышцы.

Некоторые физиологи предполагают, что парасимпатическая нервная система вырабатывает и получает нервную энергию из окислительных процессов в тканях тела, а симпатическая распределяет эту энергию по рабочим органам. Во всяком случае эти две нервные системы тесно взаимосвязаны в организме друг с другом. При расстройстве той или другой нервной системы возникает болезненный процесс и много лекарств медицины имеют целью, возбуждая одну и угнетая другую, привести их в нормальное состояние (тонус) относительно друг друга.

Во время бега или физической работы особенно сильно возбуждается симпатическая нервная система—сердце сильно и быстро бьется. Когда человек прекращает работу, то, наоборот, начинает сильнее возбуждаться парасимпатическая нервная система; а возбуждение симпатической ослабевает, вследствие чего сердце урежает свои сокращения.

Когда человек засыпает ночью, то получает превалирующее влияние парасимпатическая нервная система—работа сердца замедляется и ослабевает, напряжение мышц также уменьшается; симпатическая система отступает, если можно так сказать, на задний план.

Только в редких случаях имеется сильнейшее и одновременное возбуждение как той, так и другой части вегетативной системы. Так, при половом сношении имеется одновременное сильнейшее возбуждение как симпатической (матка, семенные пузырьки), так и парасимпатической (влагалище, эрекция) нервной системы (Фультон, стр. 220)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> J. F. Fulton, Physiology of nervous system. 1938. London. Oxford University Press, 675 p.



Хотя уже многие органы изучены с точки зрения их иннервации той и другой системой, но некоторые пока остались неизученными. Так, например, поперечно-полосатые мышцы (как показал Орбели) иннервируются симпатическими волокнами, а

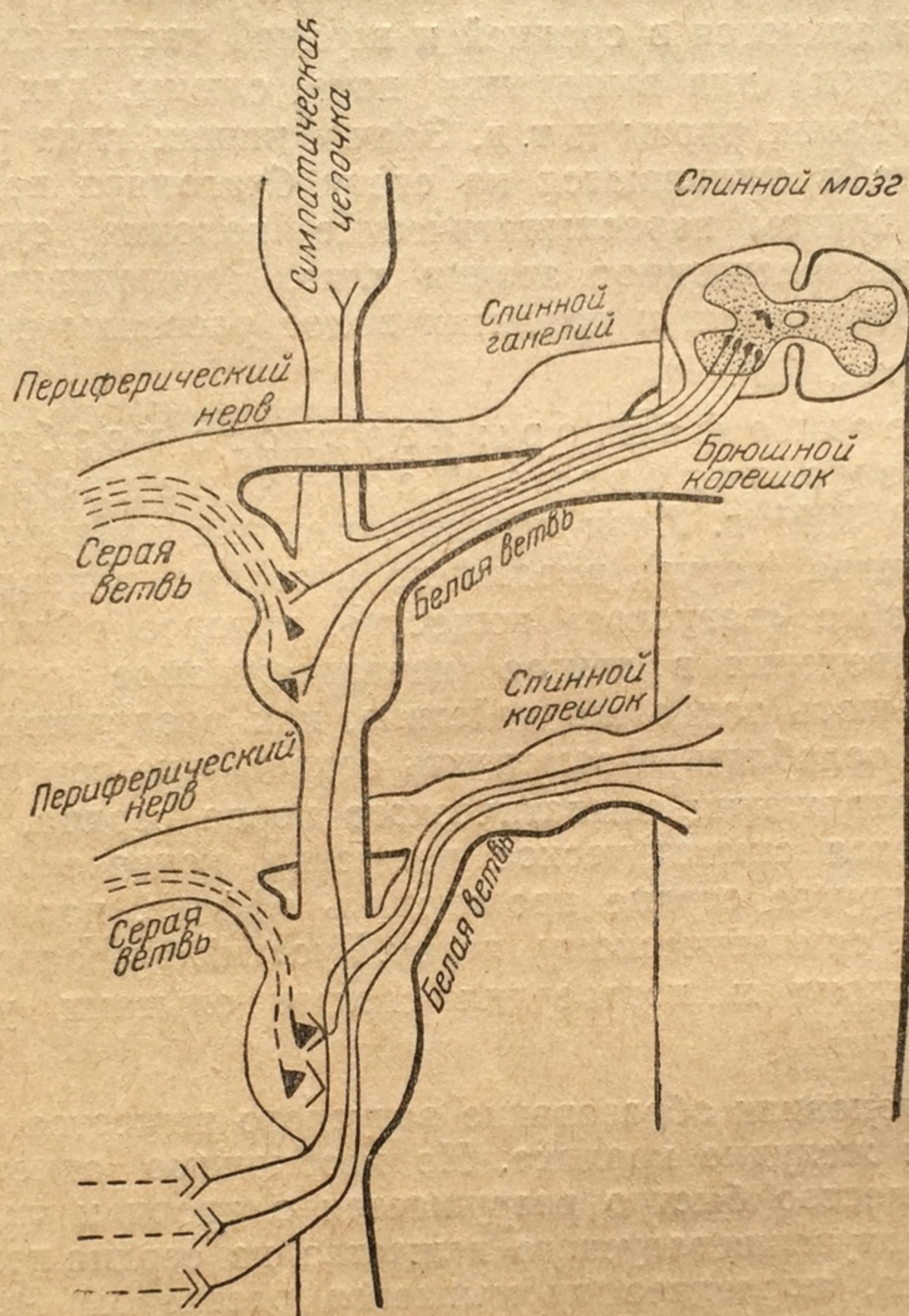


Рис. 23. Схема связей между спинным мозгом и симпатической цепочкой ганглиев

парасимпатическая иннервация этих мышц еще не доказана. Сужение кровеносных сосудов производится симпатическими волокнами, что хорошо доказывается на ухе кролика: стоит перерезать симпатический нерв, идущий к кровеносным сосудам уха кролика, как последнее становится кроваво-красным благодаря сильнейшему расширению сосудов; парасимпатическая сосудорасширяющая иннервация сосудов меньше изучена.

В нижней части спинного мозга находятся вегетативные центры опорожнения мочевого пузыря, прямой кишки, выбрасывания семени и эрекции. Когда мочевой пузырь наполняется мочей, то из него идут чувствительные импульсы в



спинной нервный центр мочеиспускания и от него уже идут импульсы к расслаблению сфинктера и сокращению стенок мочевого пузыря. Иначе говоря, мы здесь имеем вегетативный рефлекс (для испражнения, для работы половых органов). Такие же вегетативные рефлексy с соответствующими вегетативными центрами имеются в средней и верхней частях спинного мозга (см. рисунок) для выделения пота, слюны, для движения: глотания, чихания, рвоты и т. д. Зрачки наших глаз расширяются в темноте и суживаются на свету благодаря вегетативным рефлексам, причем парасимпатические волокна суживают, а симпатические расширяют зрачки глаз. Вегетативные нервные центры потоотделения и поднятия волос рассеяны по спинному мозгу (см. рис. 22).

Химические факторы нервного возбуждения в организме человека. Теория медиаторов (по Альперну). В 1921 г. Леви показал, что при раздражении блуждающего нерва (вагус), входящего в сердце, в последнем выделяется особое «вагусное» вещество, которое обладает свойством при введении в другое (нераздражаемое через вагус) сердце оказывать такое же действие, как раздражение самого вагуса, т. е. ослаблять и замедлять сокращение сердца. Наоборот, при раздражении симпатического нерва сердца, в последнем выделяется симпатическое вещество, которое может при введении в другое сердце производить эффект, подобный раздражаемому симпатическому нерву. Русский физиолог А. Ф. Самойлов расширил и подтвердил своими опытами указанные факты.

Затем установили образование вагусного вещества в легком, кишечнике и желудке кролика. Но необходимо отметить, что вагусное вещество быстро разрушается в крови и тканях, поэтому для получения вагусного вещества из сердца при раздражении вагуса, последнее промывается раствором Рингера, в котором это вещество достаточно хорошо сохраняется. Для предохранения от разрушения вагусного вещества в крови, к ней прибавляют «физостигмин». При этом условии удалось обнаружить, что вагусное вещество появляется в крови коронарной вены сердца при раздражении блуждающего нерва.

Для обнаружения вагусного вещества наиболее чувствительным объектом оказалась спинная гладкая мышца пиявки; уже при ничтожно малом содержании в крови или спинной жидкости вагусного вещества эта мышца сокращается.

При дальнейшем изучении вагусного вещества оказалось, что оно представляет ацетилхолин—производное холина (уксуснокислый эстер холина). В дальнейшем ацетилхолин был найден в водянистой влаге глаза при раздражении глазодвигательного нерва, в крови, оттекающей от слюнной железы при раздражении хорды тимпани, иннервирующей слюнную же-



лезу, а также при раздражении нижнего (сакрального) отдела парасимпатической нервной системы, при раздражении сосудов-расширителей кожи.

Замечательно, что, раздражая вагус беременной морской свинки, наблюдают замедление сердечных сокращений у плода; при этом необходимо прибавить, что ацетилхолин не разрушается в крови морской свинки.

Ацетилхолин разрушается в крови особым ферментом—холинэстеразой; для уничтожения действия последнего, кроме упомянутого уже физостигмина, употребляется также эзерин (иногда вератрин).

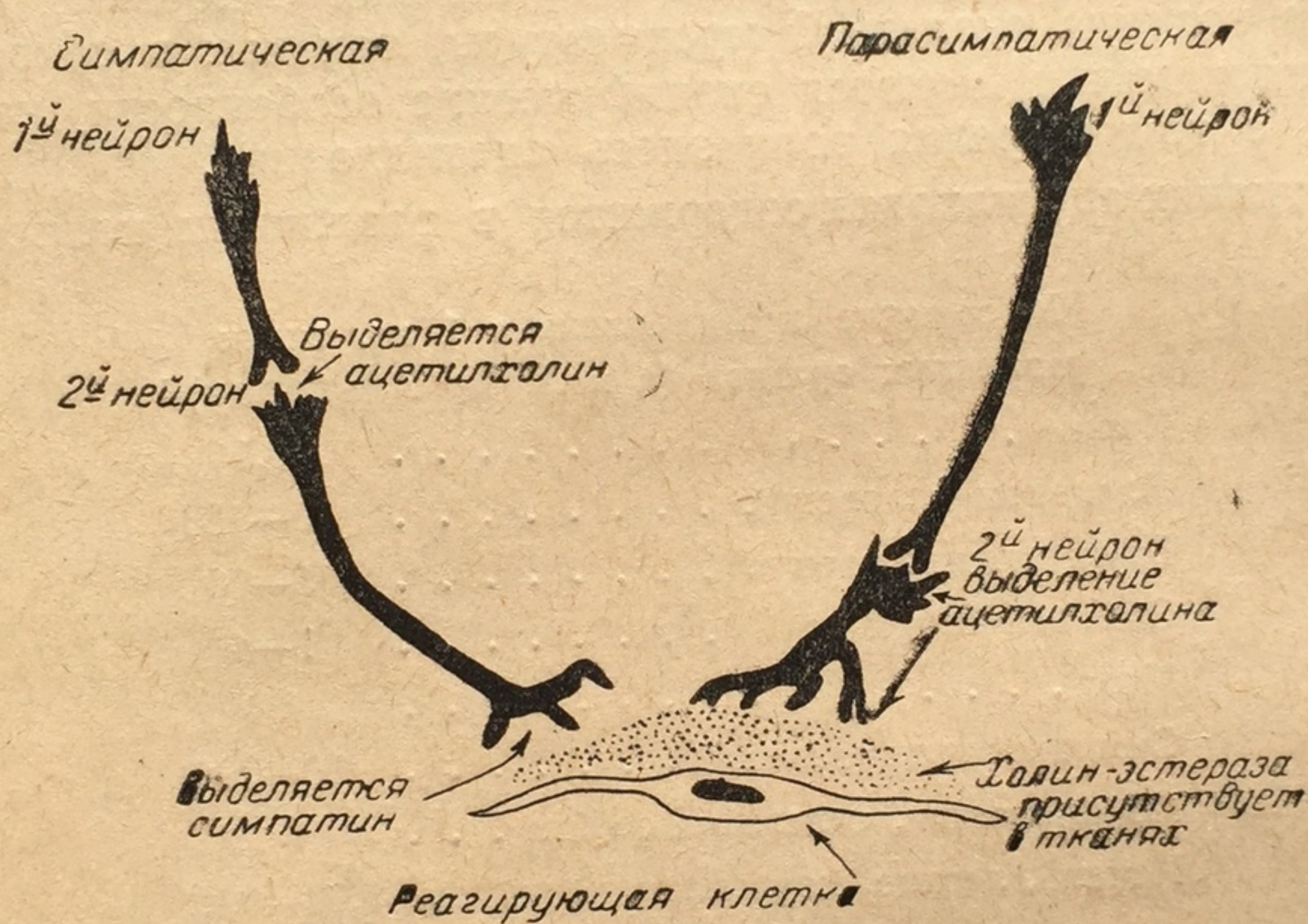


Рис. 24. Схема выделения ацетилхолина и симпатина в нейронах вегетативной нервной системы

Но необходимо иметь в виду, что ацетилхолин выделяется не только парасимпатической, но и некоторыми частями симпатической нервной системы. Так, ацетилхолин выделяется при раздражении симпатических нервов потовых желез человека (и кошки). Также некоторые постганглионарные симпатические волокна освобождают при своем возбуждении ацетилхолин, например, часть волокон симпатических нервов желудка, матки, мигательной перепонки. Это зависит от того, что в симпатическом стволе имеются волокна, расширяющие кровеносные сосуды (рис. 24).

Преганглионарные симпатические волокна также могут выделять вагусное вещество в симпатических ганглиях.

В дальнейшем оказалось, что малые дозы ацетилхолина оказывают стимулирующее, а большие дозы—угнетающее действие.



Необходимо отметить, что, по мнению акад. Л. А. Орбели, парасимпатическая нервная система по своим функциям сходна с двигательной нервной системой, так как между этими нервными системами существует генетическое родство. Опыты Лангеля и Анохина показали, что двигательные нервы и парасимпатические могут замещать друг друга.

Впрыскивание ацетилхолина прямо в артерию мышцы дает быстрое сокращение последней. В двигательных нервах содержится гораздо больше ацетилхолина и холинэстеразы, чем в чувствительных нервах.

Грузинский физиолог акад. Беритов считает, что ацетилхолин не является передатчиком возбуждения с нервных окончаний на волокна скелетной мускулатуры, так как в сокращении скелетных мышц имеются специфические особенности, необъяснимые с точки зрения роли здесь ацетилхолина.

В тканях ацетилхолин содержится в различных количествах.

Содержание ацетилхолина в 1 кг. ткани различных органов (в мг.) (по Альперну) <sup>1</sup>	
Кожа . . . . .	0,1
Плаценты человека . . . . .	15—133
Блуждающий нерв . . . . .	5—10
Симпатический нерв . . . . .	1—4
Мозг . . . . .	0,4
Симпатический ганглий . . . . .	10—20
Почки, яички, селезенка собаки . . . . .	0
Печень, легкие, кора надпочечников . . . . .	0,10—0,12
Сердце {	предсердия . . . . . 1,4
	желудочки . . . . . 0,1—0,3

Исключительно много ацетилхолина в плаценте человека; пока нет объяснения такой большой концентрации его в этой ткани.

Что касается симпатического вещества, или симпатина, (аминпирокатехина), то оно не менее исследовалось, чем и ацетилхолин. Симпатин выделяется при раздражении симпатических волокон седалищного нерва кошки и ускоряет сокращения сердца. Симпатин найден в передней камере глаза при возбуждении шейного симпатического нерва.

При надавливании на глазное яблоко у человека наблюдается замедление пульса, падение кровяного давления, т. е. превалирующее действие парасимпатической нервной системы. Ес-

<sup>1</sup> Д. Е. Альперн, Химические факторы нервного возбуждения в организме человека. Медгиз, 1944, 192 стр.



ли ввести человеку (у которого этот глазо-сердечный рефлекс проявляется особенно сильно) под кожу физостигмин, а затем набрать шприцем кровь и спинно-мозговую жидкость, то в них можно обнаружить ацетилхолин (по специфическому действию последнего на спинную мышцу пиявки). У беременных женщин давление на глазное яблоко вызывает замедление сердечных сокращений плода.

Вагусного вещества в ликворе оказывается при этом больше, чем в крови; это зависит от того, что ацетилхолин разрушается в ликворе слабее, чем в крови.

При заболевании одной стороны тела человека наблюдается клиническая и физиологическая асимметрия, т. е. например: 1) кровяное давление на правой и левой руке слегка различно (зависит от неодинакового расширения кровеносных сосудов); 2) неодинаковы количество и форма капилляров наблюдаемые под капилляроскопом; 3) дермографизм (при проведении с нажимом по коже тупым предметом остаются белые, розовые и серые линии, по которым врач судит о состоянии кожных сосудов и их иннервации); 4) неодинаковы потоотделение и пило-моторный (волосодвигательный) рефлекс. В связи с описанными асимметриями была найдена в крови правой и левой стороны тела и биохимическая асимметрия, т. е. превалирование вагусных, или симпатических, веществ.

Но такая биохимическая асимметрия человеческого тела наблюдается только при вегетативной асимметрии, при одностороннем же расстройстве двигательного и чувствующего аппарата ее не наблюдается.

Центральным местом разрушения ацетилхолина является печень (Альперн). Ацетилхолин находится только в ликворе, омывающем головной мозг (не спинной мозг). Бендер в 1938 г. показал, что ацетилхолин может появиться в значительном количестве в крови при сильных эмоциях страха и ярости.

Симпатин выделяется постганглионарными симпатическими волокнами (за исключением нервов потовых желез и др.). Симпатин и адреналин дают сходные полосы спектров поглощения и многие сходные физиологические явления, но существует и ряд отличий. В отличие от адреналина симпатин вызывает две различные реакции. Так, вызывая сокращение мигательной перепонки глаза, симпатин в то же время расслабляет небеременную матку.

По Кэннону, имеются два симпатина: 1) возбуждающий и 2) расслабляющий. Образуюсь внутри клеток, оба симпатина, выходя в кровь и разносясь ею, могут действовать на разнообразные органы.

По Росину, образование биологически активных веществ в блуждающем и седалищном нервах находится в зависимости от направления распространения нервного возбуждения и от самого нерва. Так, в блуждающем нерве установлено присут-



ствие ацетилхолина при центробежных импульсах и его отсутствие при центростремительных импульсах. Наоборот, в седальном нерве отмечаются адреналиноподобные вещества при центробежных и отсутствие их при центростремительных импульсах.

Механизм образования ацетилхолина и симпатина еще не выяснен. Известно только, что синтез ацетилхолина связан каким-то образом с углеводным обменом.

Действие ацетилхолина зависит от возраста животных. Так, у эмбрионов крыс ацетилхолин<sup>1</sup> (1 : 10 000) вызывает резкую контрактуру (постоянное сокращение) языка, прямой мышцы живота и грудных мышц; у родившихся же крысят ацетилхолин вызывает контрактуру языка только в первые 2--3 дня, а на 10-й день рождения не дает контрактуры и прямой мышцы. Введение в кровь ацетилхолина 15-дневным крольчатам вызывает резкую контрактуру языка, но у 20-дневных крольчат этого уже не наблюдается, следовательно, с возрастом действие ацетилхолина резко изменяется.

Гинецинский и Шамарина<sup>2</sup>, вводя в кровь матери такое количество ацетилхолина, которое не вызывало замедления сердцебиения у матери получали урежение сердечных сокращений у плода.

Шамарина<sup>3</sup>, изучая действие эзерина на мышцы щенят и котят, нашла значительную разницу в их реакции в зависимости от возраста. Мышцы новорожденных дают контрактуру при действии ацетилхолина, но у 10--15-дневных кроликов и 25--30-дневных щенят чувствительность мышц к внутривенному введению ацетилхолина уже исчезает.

Теория о роли медиаторов в процессе распространения нервного возбуждения. Медиаторы (посредники), ацетилхолин и симпатин, найдены в вегетативной нервной системе, но некоторые физиологи стремятся распространить их роль и на процессы проведения нервного возбуждения в соматических—чувствительных и двигательных—волокнах. Так как в последних волокнах играют очевидную и преобладающую роль отрицательные электрические импульсы, пробегающие по этим волокнам, то необходимо или связать вместе электрическую и химическую передачу нервного возбуждения или оставить только один механизм—электрический или химический. В настоящее время нет общей теории возникнове-

<sup>1</sup> А. Т. Худорожева, Изучение тономоторного феномена в онтогенезе. Первое совещание Биогруппы Академии наук СССР по физиологическим проблемам, 22—27 февраля 1937 г.

<sup>2</sup> А. Г. Гинецинский и Н. М. Шамарина, Гуморальная передача импульса и вагуса от матери к плоду. Там же, стр. 56.

<sup>3</sup> Н. М. Шамарина, Влияние эзерина на мышцы теплокровных животных в онтогенезе. Труды физиологического института им. И. П. Павлова, 1945, т. I, стр. 52—58.



ния и проведения нервного возбуждения, которая была бы объединяющей и общепризнанной.

Особенности вегетативной нервной системы у детей и изменение ее с возрастом. Вегетативная нервная система ребенка и ее развитие с возрастом недостаточно изучены. Больше сведений имеется по развитию вегетативной нервной системы у животных. Это объясняется возможностью производить над животными острые опыты.

Особенно ясны изменения вегетативной нервной системы у эмбрионов, плодов и у новорожденных детенышей. Прежде всего выступает резко разновременное развитие и вступление в работу симпатической и парасимпатической систем. Желудок новорожденного ребенка сначала имеет только эластический тонус, поэтому при перекармливании ребенок срыгивает, так как желудок его, чем больше расширяется от пищи, тем больше и давит на содержимое в нем и, наконец, выдавливает неперева-ренную пищу. Но затем, по мере роста ребенка, вступает в свои права блуждающий нерв, и тогда желудок изменяет свое поведение: он начинает растягиваться без давления на содержащуюся в нем пищу. Объем желудка может увеличиваться вдвое и более.

Как уже было сказано в главе «Кровообращение», у новорожденного ребенка, частота сокращений сердца может достигать до 156 ударов в минуту; затем быстро, потом медленнее начинает уменьшаться, снижаясь к 7-летнему возрасту до 92 ударов в минуту. Таким образом, у новорожденного превалирует сначала симпатическая иннервация сердца и только постепенно парасимпатическая нервная система осуществляет во все большей степени свое влияние на ритм сердца<sup>1</sup>.

Но из этой смены влияния на сердце симпатической и парасимпатической системы еще нельзя делать общего вывода для всего организма ребенка, что с возрастом парасимпатическая система получает все больше перевеса над симпатической<sup>2</sup>. Деятельность вегетативной нервной системы связана очень тесно с железами внутренней секреции, и развитие ее зависит от возрастного состояния желез внутренней секреции. Так, гормон надпочечников—адреналин—особенно сильно возбуждает симпатическую нервную систему. Поэтому возрастные изменения в деятельности симпатической нервной системы зависят от роста и развития надпочечников. Наоборот, гормон поджелудочной железы (инсулин) сильнейшим образом возбуждает парасимпатическую нервную систему. Таким образом степень деятельности парасимпатической нервной системы зависит от развития островковой ткани поджелудочной железы.

<sup>1</sup> И. А. Аршавский, Задачи возрастной физиологии. Журнал «Педиатрия», № 1, 1944.

<sup>2</sup> И. А. Аршавский, Нервная регуляция деятельности сердечно-сосудистой системы в онтогенезе, 1936, Биомедгиз М., 76 стр.



Щитовидная железа и гипофиз также производят свое влияние на работу вегетативной нервной системы.

Эти сложные взаимоотношения будут рассмотрены еще раз во второй части возрастной физиологии с точки зрения организма как целого.

**Анимальная нервная система.** Развитие черепа какместилища головного мозга. У новорожденного основание черепа относительно меньше по величине, чем свод и поэтому череп отличается большей выпуклостью, чем у взрослых. Настоящих швов еще не существует и последние заменяются соединительно-тканными перепонками, которые, расширяясь у места схождения нескольких костей (Лысенков), образуют «роднички», в дальнейшем окостеневающие. Затылочный родничок зарастает на 2-м месяце после рождения; лобный—на втором году жизни, клиновидный на 2—3-м месяце, а сосцевидный—в конце первого года жизни.

У стариков происходит зарощение черепных швов и утончение черепных костей, особенно ячеистых отростков челюстей в связи с выпадением зубов. Нижняя челюсть становится ниже, а угол ее тупее, подбородок поэтому выдается вперед и поднимается к носу.

Развитие черепа распадается на 2 периода, резко различающихся друг от друга. Первый период длится от рождения до 7 лет, разделяясь в свою очередь на три фазы:

1) От рождения до конца первого года; характеризуется равномерным ростом черепа во всех направлениях и выпячиванием (выпуклостью) затылочной кости с появлением углубления в задней части черепной ямки.

2) С конца 1-го по 3-й год череп растет уже немного медленнее, особенно развиваются затылочная и теменные кости.

3) С 3-го по 7-й год жизни—полное зарастание родничков и образование черепных швов; рост черепа сильно замедляется, сильнее других частей растет основание черепа вместе с увеличением размера лицевого скелета (для образования зубов).

После первого периода наступает резкое замедление в развитии черепа, все основные кости черепа и затылочное отверстие достигают постоянной величины.

Постепенное увеличение и развитие большого мозга у животных. Если сравнить величину и сложность строения полушарий у различных животных, начиная с низших и кончая человеком, то видно, как постепенно увеличивался и усложнялся большой мозг по мере появления высших форм животных. Кроме увеличения, большой мозг обезьян и человека имеет на своей поверхности массу извилин в сером веществе; богатство развития этих извилин определяет увеличение поверхности коры и количества нервных клеток в ней, степень сложности поведения животного, способности его

тонко и быстро раз-  
своими движениями  
Развитие г-  
Штефко). Рост  
физикации мозга и  
лового мозга и  
кании (гирис—изв-  
ваниями доказа-  
удвоение веса моз-  
исходит в возраст-  
месяцев. К концу  
вого года масса  
увеличивается е-  
одну треть перво-  
ного веса (а не н-  
вину, как полага-  
которые исследо-  
Утроение исходно-  
чины достигается  
расте 3 лет.

Вместе с тем п-  
как констатирова-  
бочность распро-  
ного утверждени-  
в этом возраст-  
наибольшим, нап-  
Нет оснований у-  
мозга устанавли-  
напротив, оно пр-  
постоянной инт-  
детства.

В лобной до-  
на срезе, варьир-  
личия выступаю-  
индивидуальные  
У младенца ко-  
как у мальчику  
уменьшаются, и  
Головной мо-  
своим относите-  
весу тела уста-  
1:40. Развитие  
быстро, чему  
этот период.  
Но, имея  
еще мало раз-  
денного, в ср-  
своим недора-



тонко и быстро различать окружающий мир и точно отвечать своими движениями на раздражения, идущие от него.

Развитие головного мозга у ребенка (по Штефко). Рост и особенности возрастной гирификации мозга. В последнее время изучением роста головного мозга и подробным исследованием процессов гирификации (гирус—извилины) занимался проф. Бунак. Его исследованиями доказано, что удвоение веса мозга происходит в возрасте 8—9 месяцев. К концу первого года масса мозга увеличивается еще на одну треть первоначального веса (а не на половину, как полагали некоторые исследователи). Утроение исходной величины достигается в возрасте 3 лет.

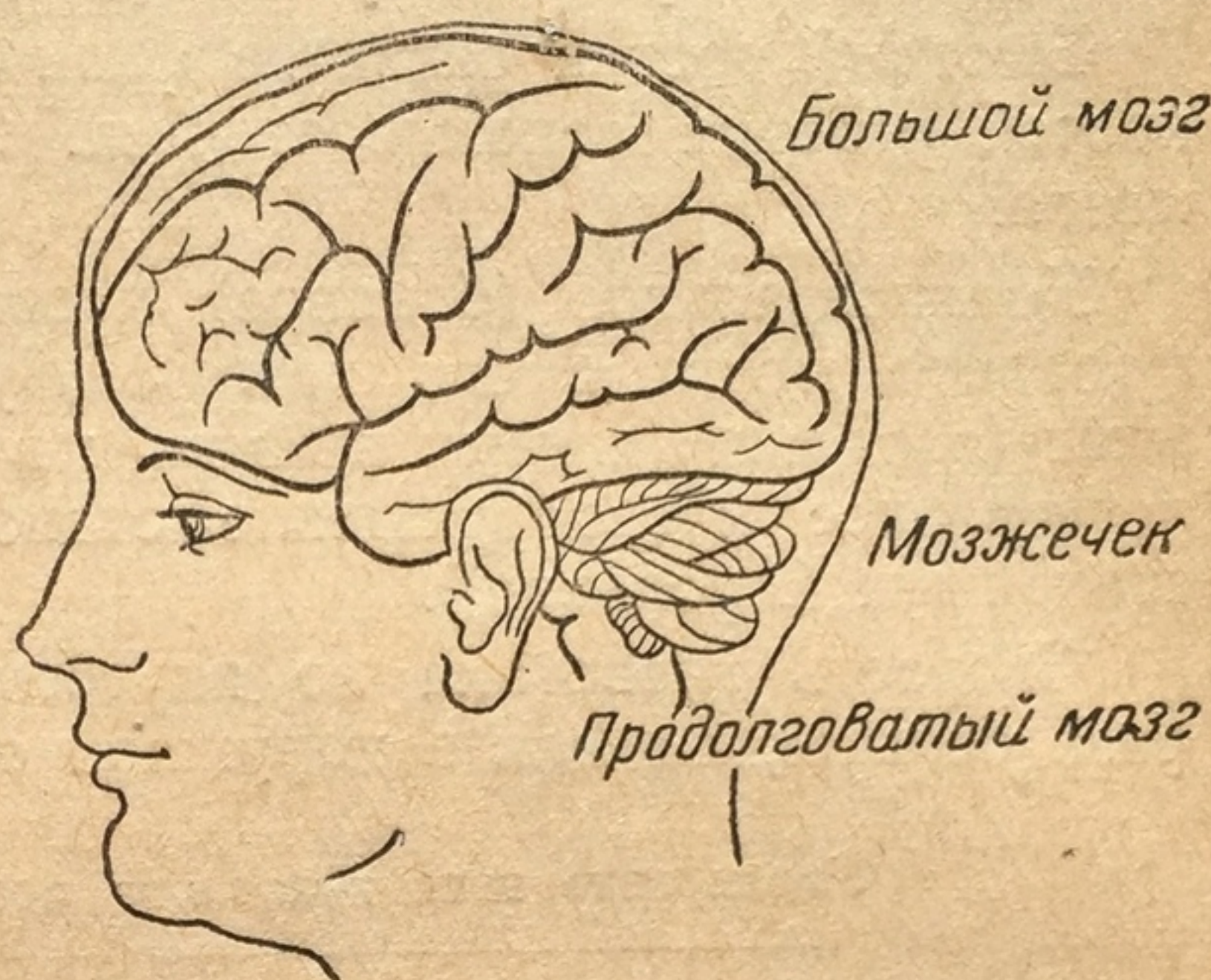


Рис. 25. Части головного мозга

Вместе с тем проф. Бунак констатировал ошибочность распространенного утверждения о максимальной церебрализации младенцев: в этом возрасте относительный вес мозга не является наибольшим, напротив, он значительно ниже, чем у взрослого. Нет оснований утверждать, что увеличение относительного веса мозга устанавливается на самых ранних стадиях развития — напротив, оно продолжается со значительной и приблизительной постоянной интенсивностью на протяжении всего раннего детства.

В лобной доле размеры коры, при измерении ее площади на срезе, варьируют в среднем от 55 до 67%. Возрастные различия выступают достаточно ясно и значительно превосходят индивидуальные колебания, составляющие всего 1,5—2%. У младенца кора имеет больший относительный размер: 66—67% как у мальчиков, так и у девочек. С возрастом размеры ее уменьшаются, и у взрослого составляют всего 55—56%.

Головной мозг ребенка, особенно новорожденного, выдается своим относительным размером. Так, отношение веса мозга к весу тела установлено у новорожденного 1:8, а у взрослого — 1:40. Развитие мозга в первые годы жизни идет чрезвычайно быстро, чему способствует усиленное кровоснабжение мозга в этот период.

Но, имея относительно большую массу, мозг качественно еще мало развит. Поверхность коры головного мозга новорожденного, в сравнении с корой у взрослого, резко отличается своим недоразвитием, отсутствием малых борозд, соединяющих



большие (отсутствуют боковые ответвления и борозды между мозговыми извилинами). Эти резкие различия сглаживаются к 6-му месяцу. Также и микроскопическое исследование показывает отличие в строении нервных клеток, которые у новорожденного еще не имеют древовидных ответвлений. Только группа нервных клеток, заведующих координацией сосательных мышц, вполне развита у новорожденного.

Быстрый рост и развитие физических и психических способностей ребенка основывается на быстром развитии головного мозга.

Коллатеральное (боковое) кровоснабжение характерно для молодого мозга с его хорошо функционирующими анастомозами (соединительными ветвями); в мозгу же стариков это коллатеральное кровообращение становится функционально недостаточным (Аронович)<sup>1</sup>.

Скорость кровотока во внутренней сонной артерии в 3—4 раза больше, нежели в наружной сонной артерии.

Увеличение веса головного мозга с возрастом (в г.)

Возраст	Мальчики	Девочки
0 мес. . . . .	381	384
3 " . . . . .	549	527
6 " . . . . .	632	575
9 " . . . . .	733	671
1,5 года . . . . .	985	915
3 " . . . . .	1112	1040
5 лет . . . . .	1282	1220
7 " . . . . .	1348	1295
9 " . . . . .	1425	1292
14 " . . . . .	—	1330
17 " . . . . .	1429	1336
Взрослые . . . . .	1428	1350

Тонкое строение коры полушарий ребенка. Для рассмотрения под микроскопом тонкого строения коры полушарий делают особым ножом тонкие поперечные срезы замороженной коры и помещают их на стекло. Чтобы лучше видеть клетки, из которых состоит кора, их окрашивают различными красками. Под микроскопом видно, что двигательные части коры и чувствительные разнятся по своему строению (двигательными частями называются те, в которых лежат нервные центры движения; в чувствительных же находятся центры зрения, обо-

<sup>1</sup> Г. Д. Аронович, Морфогенез артерий головного мозга у человеческих плодов и новорожденных. 1939, Л., Издание Ленинградского педиатрического института.



нения, слуха и др.). Первые состоят из 6 рядов различных клеток, среди которых особенно отличаются от других большие пирамидальные клетки с длинейшими отростками, которые переходят в спинной мозг. Клетки чувствительных областей коры состоят из большого числа рядов и дают также отростки в спинной мозг.

Интересно отметить, что у низших животных пирамидальные клетки имеют мало отростков; чем выше организация животного тем сложнее разветвляются пирамидальные клетки; у человека они достигают наибольшего развития.

Развитие полушарий головного мозга у детей (по Штефко).<sup>1</sup> У детей 1—8 лет кора полушарий тоньше, чем у взрослых, но насыщенность клетками почти всех их слоев больше. Раздвигание, отхождение клеток вследствие роста и развития межуточного вещества начинается с 5—6 лет. Особенно сильно растет III слой. Рост II и IV слоев неравномерен в различных ареолах—в одних они увеличиваются, в других даже могут исчезнуть; причем, кроме постоянных нервных клеток, обнаруживаются и резервные клетки. Что касается V и VI слоев, то с возрастом они показывают интересную дифференцировку в своем развитии. В первый год жизни ребенка эти слои не отличимы друг от друга, клетки их смешаны, но с 2 лет начинают уже отличаться, а в 5—6 лет слои V и VI видны как два самостоятельных слоя (Штефко) (см. рис. 26).

Шестислойный тип строения коры мозга намечается уже к 6—7 месяцам жизни человеческого эмбриона. Слои эти по строению своих клеток отличаются следующим образом: 1) молекулярный слой с малым содержанием мелких круглых клеток; 2) наружный зернистый слой или слой мелких пирамид; 3) пирамидный, отличающийся наибольшей шириной, распадается на средний и крупный пирамидальные подслои; 4) внутренний зернистый слой, богатый клетками различной формы: пирамидными, звездчатыми и др.; 5) ганглионарный; в центральной извилине в его состав входят так называемые гигантские пирамидные клетки; этот слой формируется в раннем периоде развития зародыша человека; 6) многоформный, или полиморфноклеточный, делящийся также на 2 подслоя: а) с клетками трех-

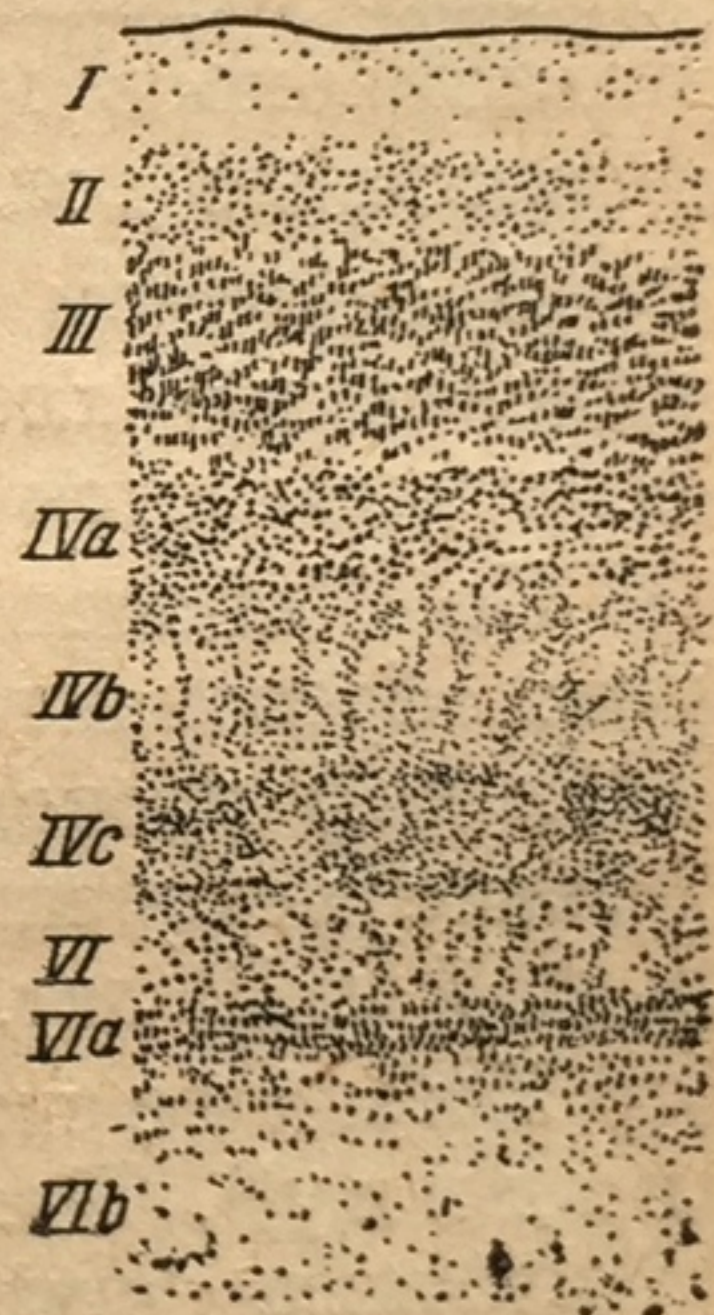


Рис. 26. Шестислойное строение коры больших полушарий головного мозга

<sup>1</sup> W. H. Stefko. Beiträge zur Kenntnis der postnatalen histoarchitektonischen Entwicklung einiger Organe insbesondere der Hirnrinde. Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres Cracovite, 1934.



угольной формы и б) веретенообразными клетками, заходящими в белое вещество.

Наиболее интенсивно растет III слой, рост II и IV идет неравномерно в отдельных областях мозговой коры: в то время как в отдельных полях их рост обнаруживается уже с первого года, в других (например, в темпоральной области) отмечается постепенное относительное утончение с 4—5 лет или даже полное исчезновение (IV слой во фронтальной области).

До 3 лет II и IV слои мало дифференцированы по своему клеточному составу. В лобной доле до 2-летнего возраста происходит вне- и внутрислоевая иммиграция клеточных элементов.

Наблюдения над клеточным строением слоев в раннем детском возрасте показывают, что II и IV слои в отношении клеток представляют собой резервные слои для обоих пирамидных слоев. Особенный интерес представляет эволюция V и VI слоев. На первом году жизни они очень слабо дифференцированы; их клеточная дифференцировка начинается с 3-го года жизни. К 5—6-му годам дифференцировка указанных слоев уже ясно выражена, устанавливаясь к 7—8-му году. Таким образом, разделение отдельных слоев и их формирование происходят неравномерно в мозговой коре (изучены, главным образом, лобная и височные доли).

В основном мы должны считать, что 6-слойная (с двумя подслоями) клеточная дифференцировка мозговой коры ясно обрисовывается к 6—7 годам.

По Кононовой, законченная клеточная дифференциация высших образований лобной области (специфических полей 10, 46, 45, 44 и др.) происходит только в подростковом возрасте и старше. Резкие ускорения роста полей лобной области наблюдаются в 2, 7 и 12 лет.

Химический состав мозговой ткани (по Палладину)<sup>1</sup>. Различные части нервной ткани, выполняющие различные функции, имеют также и различный химический состав.

Прежде всего неодинаково содержание воды в сером (81,6%) и белом веществах (68,3%) мозга (Петровский). Таким образом, кора мозга, выполняющая высшую и сложную деятельность, оказывается вместе с тем и «более богатой» водой. В спинном мозгу 74% воды, а в периферических нервах—57%. Чем активнее физиологически ткань, тем больше содержит она воды.

Белок содержится в наибольшем количестве в сером веществе головного мозга, меньше его в белом веществе и затем в спинном мозгу и всего меньше в нервных волокнах, т. е. бел-

<sup>1</sup> А. В. Палладин, Учебник биологической химии. Наркомздрав СССР, Медгиз, 1939.

ков больше в области  
функций.  
Липиды, наоборот,  
периферических нервов  
головного мозга.  
«Ассоциативные  
наиболее бедны по  
идами» (Городисский).  
Что касается минеральных  
зены довольно равны  
нервной системы. То  
ков и липидов, ко  
дается.

Из этого следует  
ненную важную роль  
участвуют особенно  
пещсах. Соли необхо  
пещсов нервной сист  
Возрастная  
держание К и Са в  
рости опять увеличи

Количество желе  
денных; у детей до  
чем у взрослых; к  
уже равняется нор  
Мозг новорожден  
в ганглиозных клет  
чем эти вещества  
блюдается у взросл

Минералы	
	Содержание в %
Кальций	0,12
Магний	0,08
Фосфор	0,15
Сера	0,02
Натрий	0,05
Калий	0,03
Железо	0,005

<sup>1</sup> М. Я. Сергеев  
Успехи современной  
В. В. Ефимов



ков больше в области нервных центров высших психических функций.

Липоиды, наоборот, содержатся в наибольшем количестве в периферических нервах и всего меньше в сером веществе головного мозга.

«Ассоциативные центры коры больших полушарий человека наиболее бедны по сравнению с другими центрами коры—липоидами» (Городисская).

Что касается минеральных веществ, солей, то они распределены довольно равномерно по различным частям центральной нервной системы. Того закономерного распределения воды, белков и липоидов, которое описано выше, для солей не наблюдается.

Из этого следует, что белки играют какую-то еще невыясненную важную роль при психических процессах, липоиды же участвуют особенно в проводящих нервное возбуждение процессах. Соли необходимы как для высших, так и низших процессов нервной системы.

Возрастная биохимия мозга. После рождения содержание К и Са в мозгу с возрастом уменьшается, но к старости опять увеличивается.

Количество железа и меди незначительно в мозгу новорожденных; у детей до 6 лет количество железа в мозгу меньше, чем у взрослых; к 12 же годам количество меди и марганца уже равняется норме взрослого.

Мозг новорожденного имеет больше минеральных веществ в ганглиозных клетках всех слоев коры головного мозга, причем эти вещества отмечены и в клеточных ядрах, чего не наблюдается у взрослых<sup>1</sup>.

Минеральный состав мозга взрослого человека

	Свежее вещество (в %)			Сухое вещество (в %)		
	Серое вещество	Белое вещество	Спинной мозг	Серое вещество	Белое вещество	Спинной мозг
Кальций . . . .	0,104	0,142	0,179	0,62	0,48	0,50
Магний . . . .	0,196	0,260	0,380	1,17	0,87	1,01
Фосфор . . . .	2,390	4,210	5,480	14,30	14,12	15,40
Сера . . . . .	0,560	0,920	0,850	3,35	3,08	9,13
Натрий . . . .	1,130	1,510	1,52	6,76	5,07	4,27
Калий . . . . .	2,030	2,250	2,01	12,16	7,55	5,65
Железо . . . .	3,450	3,380	3,61	20,65	11,35	10,14

<sup>1</sup> М. Я. Серейский, Электролиты в центральной нервной системе. Успехи современной биологии, т. XIII, в. I, 1940, стр. 64—75.



Содержание фосфора и кальция  
(в процентах от сухого вещества)

Возраст	Фосфор	Кальций
Плод . . . . .	—	0,0531
1-й день . . . . .	1,69	0,0519
1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> мес. . . . .	1,64	—
3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> „ . . . . .	1,58	0,0231
4 года . . . . .	1,55	0,0197
20 лет . . . . .	1,51	0,0181

Содержание Са (кальция) в мозгу человеческого эмбриона в первых стадиях развития равно 1,1% от сухого вещества мозга, а в конце эмбрионального развития уменьшается до 0,053%, но содержание калия без изменения равно 2%, количество натрия равно 0,8% от сухого вещества мозга и затем падает до 0,5%. Содержание магния в те же периоды равно 0,1—0,9%.

Таким образом, количество кальция, натрия, калия и магния уменьшается по мере развития эмбриона.

Понижение с возрастом количества воды в мозгу кролика

Возраст	% воды	Возраст	% воды	Возраст	% воды
1 день	88,2	28 дней	81,9	7 мес.	74,6
8 „	86,9	2 мес.	79,2	8 „	78,2
16 „	84,4	3 „	81,2	9 „	79,4
21 „	83,4	5 „	78,8	12 „	77,4

С возрастом содержание в головном мозгу воды, белков, экстрактивных веществ и солей уменьшается, наоборот, количество фосфатидов, цереброзидов и особенно холестерина сильно увеличивается. В мозгу ребенка холестерина значительно меньше, чем у взрослого. У грудных детей ацетоновая фракция липоидов в 2 раза больше, чем у взрослых, алкогольная и петролейно-эфирная же фракция, наоборот, у взрослых больше.

У кроликов в возрасте 1—7 дней содержание фосфорных соединений гораздо больше, чем у взрослых кроликов и осо-



бенно значительно содержание аденозинтрифосфорной и креатинфосфорной кислот (из учебника Палладина «Биохимия»).

Химический состав мозга устанавливается к 2 годам и поэтому можно сказать, что «химическая зрелость» головного мозга наступает ко 2-му году жизни ребенка. Конечно, такая закономерность относится только к тем химическим веществам, которые исследовались до настоящего времени. Количество наиболее важных веществ — белков и липоидов — мало изменяется с возрастом в коре больших полушарий и значительно изменяется в мозолистом теле. В последнем количество белка понижается в течение 19 лет с 48 до 27%, а липоиды, наоборот, увеличиваются вдвое — с 33 до 66%.

Химический состав коры мозга и мозолистого тела у людей различного возраста (в процентах к сухому веществу)

Возраст	6 недель	2 года	19 лет	Плод	2 года	19 лет
Материал	Общий мозг	Кора	Кора полушарий	Мозолистое тело		
Сухое вещество	11,2	15,5	16,8	10,1	23,6	30,3
Белок . . . . .	46,6	48,4	47,1	48,4	31,9	27,1
Экстрактивные вещества . .	20,3	15,8	15,4	18,2	9,1	6,3
Липоиды . . . . .	33,1	35,8	37,5	33,4	59,0	66,5
Фосфатиды . . . . .	24,2	24,7	23,7	23,1	26,3	31,0
Цереброзиды . . . . .	6,9	8,6	8,8	—	17,2	16,6
Сульфатиды . . . . .	1,6	—	1,2	3,3	—	8,65

Как уже было показано в главе о дыхании, с возрастом внутриклеточное дыхание падает, т. е. количество поглощаемого кислорода уменьшается. Но, с другой стороны, для мозга наблюдается увеличение некоторых окислительных ферментов.

Особенно важно отметить увеличение с возрастом количества окислительных ферментов — оксидаз — в мозгу. Так называемая индофеноловая оксидаза увеличивается в десятки раз у взрослого животного сравнительно с зародышем.

Весьма возможно, что внутриклеточное дыхание не только количественно, но и качественно изменяется с возрастом.

Если ткани не обладают способностью использовать глюкозу как донатора (датчика) водорода, то при прибавке инсулина они получают эту способность.



Влияние онтогенеза на содержание индофеноловой  
оксидазы в мозгу

Животное	Вес тела (в г.)	Содержание оксидазы
Крыса:		
Зародыш . . . . .	1,9	0,0—1,2
Новорожденный . . .	4,0	1,2
Взрослый . . . . .	213	25
Мышь:		
Зародыш . . . . .	0,3—3,8	0,3—16
Взрослый . . . . .	31	37
Кролик:		
2 дня . . . . .	48	1,8
16 дней . . . . .	290	17
Взрослый . . . . .	2400	16
Морская свинка:		
1 день . . . . .	62	17
Взрослый . . . . .	460	24

После рождения наблюдается увеличение не числа нервных клеток, но только поверхности их отростков. Уже в первые годы после рождения начинается отложение в них пигментов: меланина, липохрома и железосодержащего пигмента.

Клетки мозга поглощают  $O_2$  в 22 раза больше, чем мышцы, а поджелудочная железа и селезенка только в 10 раз больше.

Опыты Зубковой и Знаменской<sup>1</sup> в 1943 г. показали, что в измельченной ткани мозга без кислорода с большой быстротой распадаются все соединения с фосфором, и раствор делается поэтому кислым. То же наблюдается и для веществ, содержащих азот. Но прибавление достаточного количества кислорода к мозгу в значительной мере задерживает этот распад. Отсюда становится еще более понятной вся необходимость кислорода для клеток мозга.

Искусственное кровообращение в голове собаки. Особенно трудно поддерживать жизнь нервных клеток в головном мозгу. Чечулин и Брюханенко выработали способ поддерживать жизнь нервных клеток головного мозга в отрезанной голове собаки. У собаки под наркозом перерезались и обнажались сонные артерии и яремные вены; в головные кон-

<sup>1</sup> С. Р. Зубкова и М. П. Знаменская. Влияние кислорода на процесс переживания ткани мозга. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, т. XVI, вып. 1—2, № 7—8, 1943, стр. 22—25.



цы их вставлялись стеклянные трубочки. Остальные сосуды шей сдавливались, чтобы через них не текла кровь. Затем стеклянные трубочки соединялись с сосудом, где подогревалась кровь, которая и омывала весь головной мозг. Изолированная голова жила до 2½ часов; при этом наблюдались мигание глаз и движение ушей при ударе по столу и, наконец, собака слизывала языком лимонную кислоту, нанесенную на ее губы. В протекающую через голову жидкость можно добавлять различные вещества и наблюдать за их действием на головной мозг и, обратно, действие работы головного мозга на изменение химического состава и биологических свойств протекающей через мозг крови.

Изменения поведения животных при удалении различных частей центральной нервной системы. Можно удалить путем операций значительную часть центральной нервной системы без смертельного исхода. Так, при удалении всего спинного мозга у собаки она теряет способность двигаться, так как разорваны дуги безусловных рефлексов. Но собака может месяцами жить в неподвижном состоянии без каких-либо признаков биохимических изменений в крови или моче (Попов). Особенно много опытов проведено физиологами по удалению мозжечка и коры головного мозга.

Агнезия (по Асратяну)<sup>1</sup>, т. е. врожденное отсутствие мозжечка, у людей почти ничем не проявляется благодаря компенсации работой большого мозга. Двигательная активность и созревание коры мозжечка у белых крыс идут параллельно. У тех животных, которые после рождения уже могут стоять, кора червячка созрела уже до рождения. По Демолю, мозжечковые повреждения у детей проходят благоприятнее, чем у взрослых. Удаление мозжечка у 5—7-дневных щенят не отразилось на их поведении но у 11-дневных дало уже ясные нарушения тонуса мышц, изгладившиеся через 4 дня; у 30-дневных получившийся опистотонус (запрокидывание головы) не исчезал еще 1½ месяца.

Поведение животных после удаления полушарий. Чем меньше развиты полушария у данного животного, тем слабее сказывается на поведении животного оперативное удаление у него полушарий. У рыб после удаления полушарий сохраняются все движения. Лягушки после удаления большого мозга прыгают, ловят мух, плавают. Но уже голубь после этой же операции сначала впадает в состояние оцепенения: стоя на куче зерен, он может умереть от голода и его приходится кормить; через несколько дней он начинает летать, огибая препятствия. Но он теряет совершенно половое

<sup>1</sup> Эзрас Асратян, К возрастной физиологии мозжечка. Физиологический журнал, 1935, т. XIX, № 2, стр. 438—443.



влечение, а самка, вместе с тем, перестает заботиться о своих птенцах и безучастна ко всему окружающему.

Особенно характерно изменяется поведение высших животных, например, собаки. Такую собаку—без больших полушарий—удалось получить Гольтцу в 1892 г., а затем ленинградскому физиологу Г. П. Зеленому. Собака без большого мозга живет до 1½ лет, бегают, переползает через изгороди, правильно спит и бодрствует, самостоятельно ест, лает, чувствует боль, холод. Но совершенно теряет высшие способности: не отвечает на свою кличку, ничему не может быть научена, так как не имеет того, что мы называем памятью, не ласкается и совершенно безучастна ко всему окружающему.

Дети-уроды, лишенные коры полушарий большого мозга, и их поведение. Описано довольно много детей-уродов, лишенных коры большого мозга. Так, ребенок, описанный Гамером, имел спинной, продолговатый мозг и средний мозг; остальные части мозга были неразвиты. В общем он представлял как бы среднемозговое существо. У ребенка наблюдалась смена сна и бодрствования; он зевал, потягивался всем телом, мог чихать, кашлять, громко кричать и тихо стонать. Он хорошо сосал, глотал, откидывал головку назад, проявлял рефлекс на болевые и температурные раздражения. При давлении на бедро ребенок переходил из лежачего в сидячее положение. Не узнавал никого из окружающих и не смог ничему научиться. Иногда от нормальных родителей рождаются дети, страдающие водянкой головного мозга (гидроцефалы). Ефимов и Модель специально изучили поведение девочки-гидроцефала 2½ лет. У нее имелось слабое подобие улыбки, она издавала только хрюкающие звуки, хорошо пила и ела, не могла вставать из-за громадного веса своей головы, слабо улыбалась ухаживающей за ней няне. Специальный хронометраж смены ее сна и бодрствования не показал отличия сна от нормального ребёнка, так же, как и состав крови и спинно-мозговой жидкости. Поведение описанных детей значительно беднее, чем поведение нормальных животных.

Необходимо отличать стойкое слабоумие от временной задержки в развитии. Неправильно называть слабоумным ребенка, отстающего в общем развитии. Такая задержка происходит чаще всего от тяжелых заболеваний, в особенности в грудном возрасте.

Влияние на сознание ребенка, имеющего нормальный вес мозга, отсутствия общения с другими людьми. Пейпер в своей книге пишет о Каспаре Гайзере, который провел 16 лет с момента рождения в темном погребе (был заключен туда преступниками). После выхода на свободу он совершенно не умел ходить и говорить попав в нормальную обстановку, в течение первых месяцев быстро засыпал, как только появлялся среди людей.

Француз  
лежавшей  
искусственн  
но, просну  
вочка.  
Двига  
шарий.  
лушарий во  
жения мыш  
места нося  
быть возбу

ческими,  
нервных ц  
Когда  
ных зон к  
шли к про  
такого эк  
ворожден  
и котят,  
ждения к  
вызвать д  
двигается

Е. А.  
коры голов  
рожденных  
в. 4, стр.



Французский психиатр Жане рассказывает о девочке, пролежавшей 18 лет в непрерывном летаргическом сне. Так как ее искусственно кормили, то за время своего сна она выросла, но, проснувшись, первое время вела себя, как маленькая девочка.

Двигательные нервные центры коры полушарий. Если некоторые части обнаженной коры больших полушарий возбуждать электрическим током, то получают движения мышц руки, шеи, бедра, пальцев рук и ног и т. д. Эти места носят название двигательных нервных центров и могут быть возбуждены также и другими раздражителями—механи-

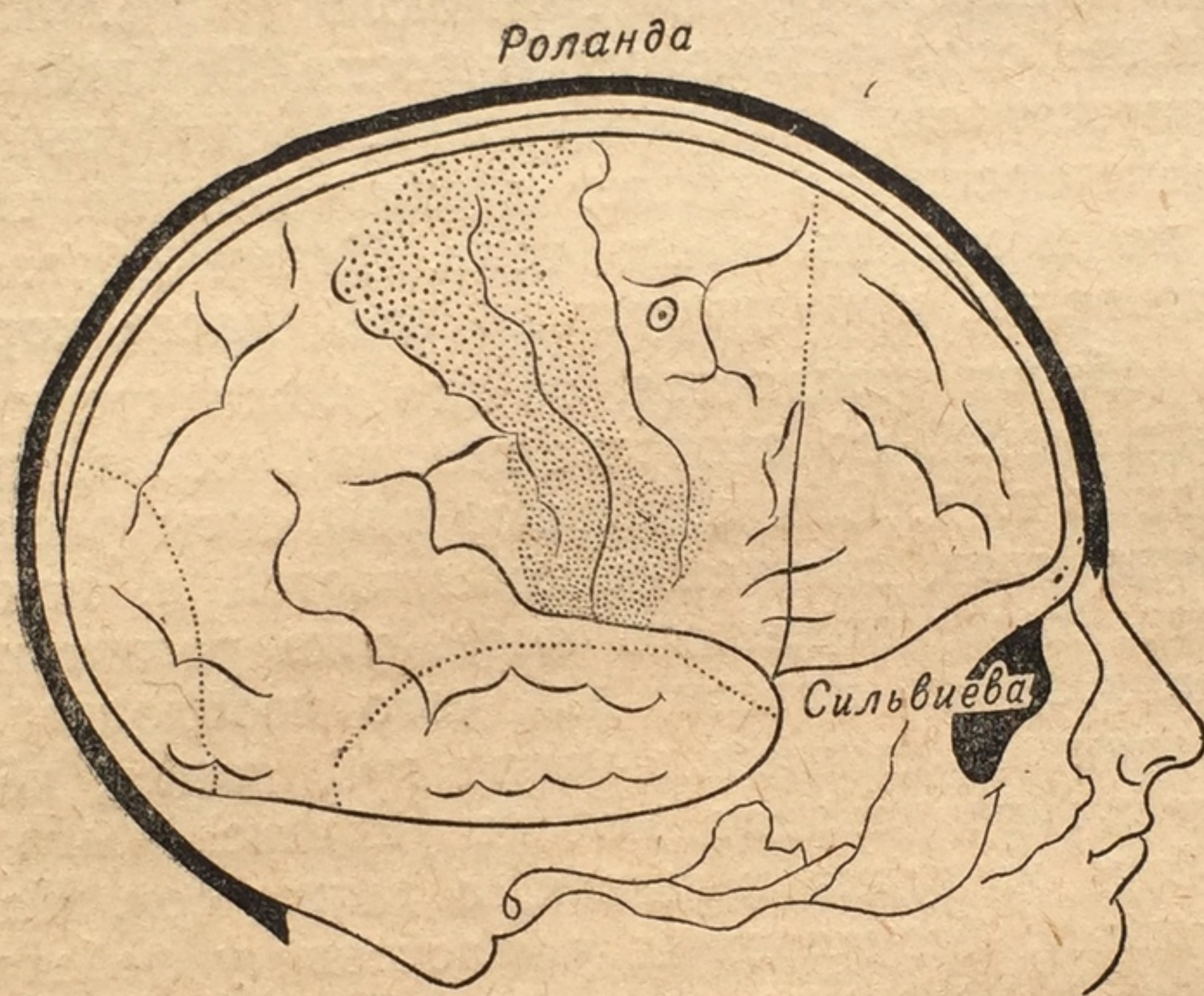


Рис. 27. Распределение точек коры, при раздражении которых вызываются у человека ощущения движения, сопровождающиеся действительными движениями

ческими, химическими, осмотическими. Число двигательных нервных центров растет от низших животных к высшим (рис. 27).

Когда у новорожденных начинается возбуждение двигательных зон коры мозга электрическим током? Многие авторы пришли к противоречивым результатам, что объясняется трудностью такого эксперимента над нежным и легко ранимым мозгом новорожденных. Клебанова и Лейбсон<sup>1</sup> в 1938 г. нашли у щенят и котят, применяя всевозможные предосторожности от повреждения коры мозга, что уже в первый день рождения можно вызвать движение передних лап, а затем и задних. Сначала двигается вся лапа, но с 7-го дня наблюдаются отдельные

<sup>1</sup> Е. А. Клебанова и Л. Г. Лейбсон, Развитие моторной зоны коры головного мозга, электрическая возбудимость моторной зоны новорожденных щенят и котят. Физиологический журнал СССР, 1938, т. XXV, в. 4, стр. 418—425.



движения в суставах, например, лучезапястном, в суставах фаланг при раздражении определенных мест коры.

Таким образом, уже с момента рождения имеется локализация двигательных функций в коре мозга. Локализация сенсорных (чувствительных) центров менее изучена.

Какие стороны деятельности центральной нервной системы и насколько рано могут быть обнаружены, например, еще в стадии развития ребенка как плода в организме матери. Психология не имеет методов обнаружения работы центральной нервной системы в столь ранние периоды его развития. Физиологическое учение о рефлексах только и дает возможность проникнуть в начало жизни головного мозга. Уже плод 2—5 месяцев имеет свои резкие особенности. Рефлексы плода отличаются отсутствием дифференцировки. Если раздражить кожу верхней конечности, то придет в движение не только эта конечность, но и мышцы всего тела. Таким образом раздражение расплывается, иррадирует по всей массе коры мозга.

Когда ребенок рождается, то его кожа сразу подвергается массе раздражений со стороны воздуха, света, звуков, давления пеленок и т. д. Они вызывают рефлексы расширения сосудов, мигания глаз, движения конечностей и, наконец, — крик. Но организм новорожденного имеет уже развитые рефлексы в виде сосания груди матери, для чего необходимы сложные и координированные движения мышц губ, языка, нёба и глотки. Автоматически происходят мочеиспускание, дыхательные движения, работа желудка и кишок, а также сон. На основе этих наследственных, безусловных рефлексов у ребенка начинают образовываться условные рефлексы. Так, вид матери уже вызывает у ребенка движения к ней.

Пейпер<sup>1</sup> дает краткую сводку развития функций мозга, начиная с недоносков и до ребенка одного года. Но необходимо прежде отметить, что у новорожденного ребенка появляются рефлексы, которые в более позднем возрасте наблюдаются только при патологических условиях<sup>2</sup>.

Недоношенный, преждевременно родившийся ребенок уже проявляет готовность нервных механизмов для тех или других двигательных рефлексов, как целесообразных реакций организма на те раздражения, которые он испытывает в организме матери, и на раздражители внешней среды. Организм новорожденного является беспомощным в сравнении со взрослым, в сравнении с теми многогранными реакциями, которые производит последний в ответ на раздражения внешнего мира, не

<sup>1</sup> А. Пейпер, Функции мозга грудного ребенка. 1929, Госмедиздат, 184 стр.

<sup>2</sup> Ю. П. Фролов, Проблема приобретения и закрепления навыков у человека, начиная с раннего возраста. Из книги «И. П. Павлов и его учение об условных рефлексах», стр. 96.

говоря уже о сознании  
необходимо отметить  
низма ребенка к ор  
но, например, учить  
Уже одно прикосно  
вызывает рефлекс  
ный нервно-мышеч  
Еще в организме  
возникающие без з  
янием сильных зву

Развит

Дыхание нередко  
Движения рук и  
Непосредственное  
ными токами.

Наблюдается чере  
Кричит, но без сл  
Имеется зрачковая  
внешнее раздражение.

Искательный рефл  
Рефлекс руки.

Некоординированно  
Глазной рефлекс

Феномен Пуркинье  
Реакция испуга н

Вкусовая и обоня  
Рефлекс обхватыв

Несимметрические  
Характерное поло

Рефлекс коленный  
лова сухожилия.

Намечается полза

Донош

Правильное дыха

Движения рук и

Рефлексовидные

Несимметрические

Появляются дви

Движения глаз

Имеется одновр

Глазной рефлекс

Отсутствует не

Отмечается возм

Отмечается пово

Мигательного р

Крик без слез.

Координированн  
Исчезает неспо  
Появляется фи

3-я



говоря уже о сознательном изменении последнего. Но здесь необходимо отметить замечательную приспособленность организма ребенка к организму матери. Новорожденному не нужно, например, учиться высасывать молоко из груди матери. Уже одно прикосновение к его губам соска груди матери сразу вызывает рефлекс сосания, т. е. приводится в действие сложный нервно-мышечный аппарат всасывания и глотания молока. Еще в организме матери можно наблюдать движения плода, возникающие без заметных внешних раздражений или под влиянием сильных звуков.

#### Развитие рефлексов у ребенка (по Пейперу) Недоноски (весом 1000—2000 г.)

Дыхание нередко прерывистое.

Движения рук и ног.

Непосредственное раздражение мышц и нервов возможно только сильными токами.

Наблюдается чередование сна и бодрствования.

Кричит, но без слез.

Имеется зрачковая реакция на свет и его нерегулярное расширение на внешнее раздражение.

Искательный рефлекс.

Рефлекс руки.

Некоординированное движение глаз.

Глазной рефлекс на шею.

Феномен Пуркинье.

Реакция испуга на звуковое раздражение (вернее, реакция движения).

Вкусовая и обонятельная реакции.

Рефлекс обхватывания.

Несимметрические тонические рефлексy с шеи.

Характерное положение тела во сне.

Рефлекс коленный, с шеи на тело и с тела на голову, рефлекс ахиллова сухожилия.

Намечается ползание.

#### Доношенный новорожденный ребенок

Правильное дыхание.

Движения рук и ног без видимых раздражений исчезают.

Рефлексовидные спонтанные движения преобладают.

Несимметрические тонические рефлексy с шеи исчезают.

Появляются движения ползания.

Движения глаз не координированы.

Имеется одновременное сгибание обоих ног.

Глазной рефлекс на шею исчезает.

Отсутствует беспокойное состояние зрачков.

Отмечается возможность фиксирования глаз.

Отмечается поворот головы к свету.

Мигательного рефлекса нет.

Крик без слез. Улыбки нет.

#### 3-я и 4-я недели; 2-й и 3-й месяцы

Координированные движения глаз.

Исчезает беспокойное состояние глаз.

Появляется фиксированное следование глаз за движущимся предметом.



Появляется мигательный рефлекс.  
С третьего месяца появляется поворачивание головы в сторону звука.  
Улучшается поднимание головы, увеличивается внимание к окружающему.  
Появляется улыбка и позже смех, плач со слезами.

#### 2-я четверть года

Постепенно появляется беспокойное состояние зрачков.  
Увеличиваются рефлекс при положении тела на весу.  
Сиденье и переход в сидячее положение.  
Намеренные движения (особенно хватание).  
Узнавание бутылочки и лиц.  
Условные рефлекс появляются только к концу полгода.

#### 3-я четверть года

Постепенно исчезают рефлексивные спонтанные движения.  
Стояние, держась за опору.  
Появляются в более развитой форме рефлекс при положении тела на весу.  
Решает простейшие ситуационные (ситуация—положение) задачи.  
Постепенно начинает запоминать и понимать слова.

#### 4-я четверть года

Свободная ходьба.  
Условные рефлекс, сознательные действия.  
Первые осмысленные слова.

Проблема локализации функций в коре мозга человека. Для педагога и психолога данные возрастной анатомии и физиологии особенно интересны и важны в той части, которая трактует о строении и функциях головного мозга. Для них важны те психические качества, та одаренность ребенка, с которой им приходится иметь дело; в задачу их входит — вскрыть и развить эти качества.

Но одаренность, очевидно, тесно связана со строением мозга. Механистический материализм утверждал и доказывал, что эта связь настолько тесна, что каждому даже мелкому психическому качеству соответствует особый, анатомически определенный центр или хотя бы группа нервных клеток.

Парадоксальное развитие этот взгляд получил в учении Галля, по которому даже строение черепа передавало и резко выявляло в виде бугров и выпуклостей различные центры мозга и их функцию. У человека, по Галлю, можно было обнаружить на черепе шишку религиозности, гордости и т. п.; сильной воле соответствовали большие надбровные дуги, глубокому и проницательному уму — высокий, прямой лоб и т. д. Но увлечение этими соответствиями было затем оставлено, так как оно не оправдывалось массой примеров из практической жизни.

Хотя поиски шишек мудрости на черепе и были оставлены, но искание анатомически определенных точек и областей на самом мозгу, в его извилинах, интенсивно продолжалось. К настоящему времени физиология имеет карту предполагаемых

...различия  
рис. 28)  
Предполагали, что  
...психического качес  
...убеждение основ  
...мышц были  
...при раздражении  
...вызывали сокраще  
...накопление фактичес  
...человека заста  
...локации в коре боль

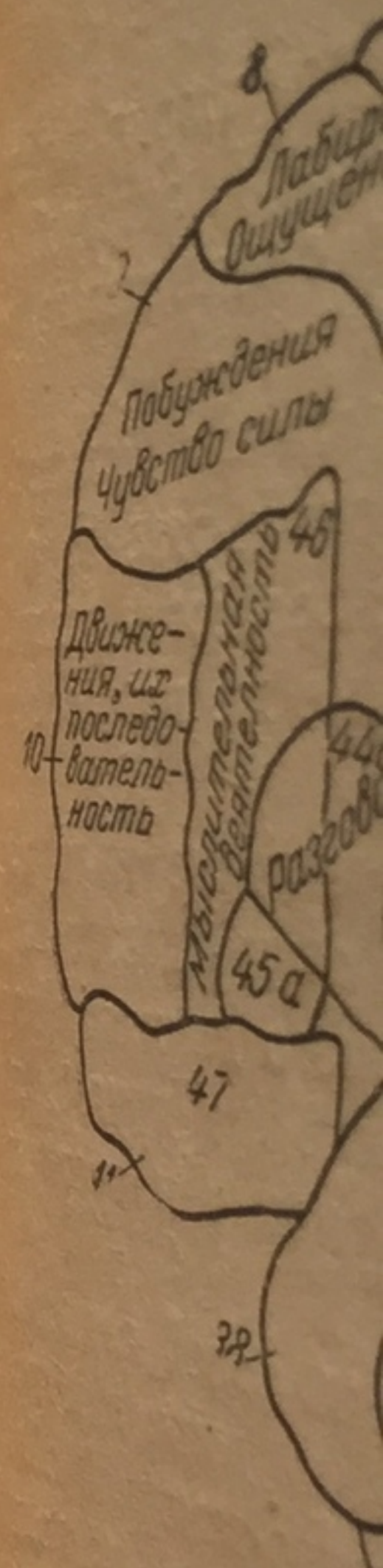


Рис. 28. Локализация функций в коре головного мозга.

Особенно много  
...головного мозга  
...времени второй миро  
...кого громадного м  
...различных его пун  
...ственный грандиоз  
...самых разнообраз  
...было найдено, что  
...разражения не тольк  
...Такие странности  
...рашения, что в ст  
...обращения, поража  
...что



локализаций различных функций в коре больших полушарий (см. рис. 28).

Предполагали, что в дальнейшем для каждого даже мелко-го психического качества будет найден особый нервный центр. Это убеждение основывалось на том, что для движений скелетных мышц были найдены точно определенные поля, которые при раздражении электрическим током обнаженного мозга вызывали сокращения только определенных групп мышц. Но накопление фактического материала по различным травмам мозга человека заставляет пересмотреть всю проблему о локализации в коре больших полушарий.

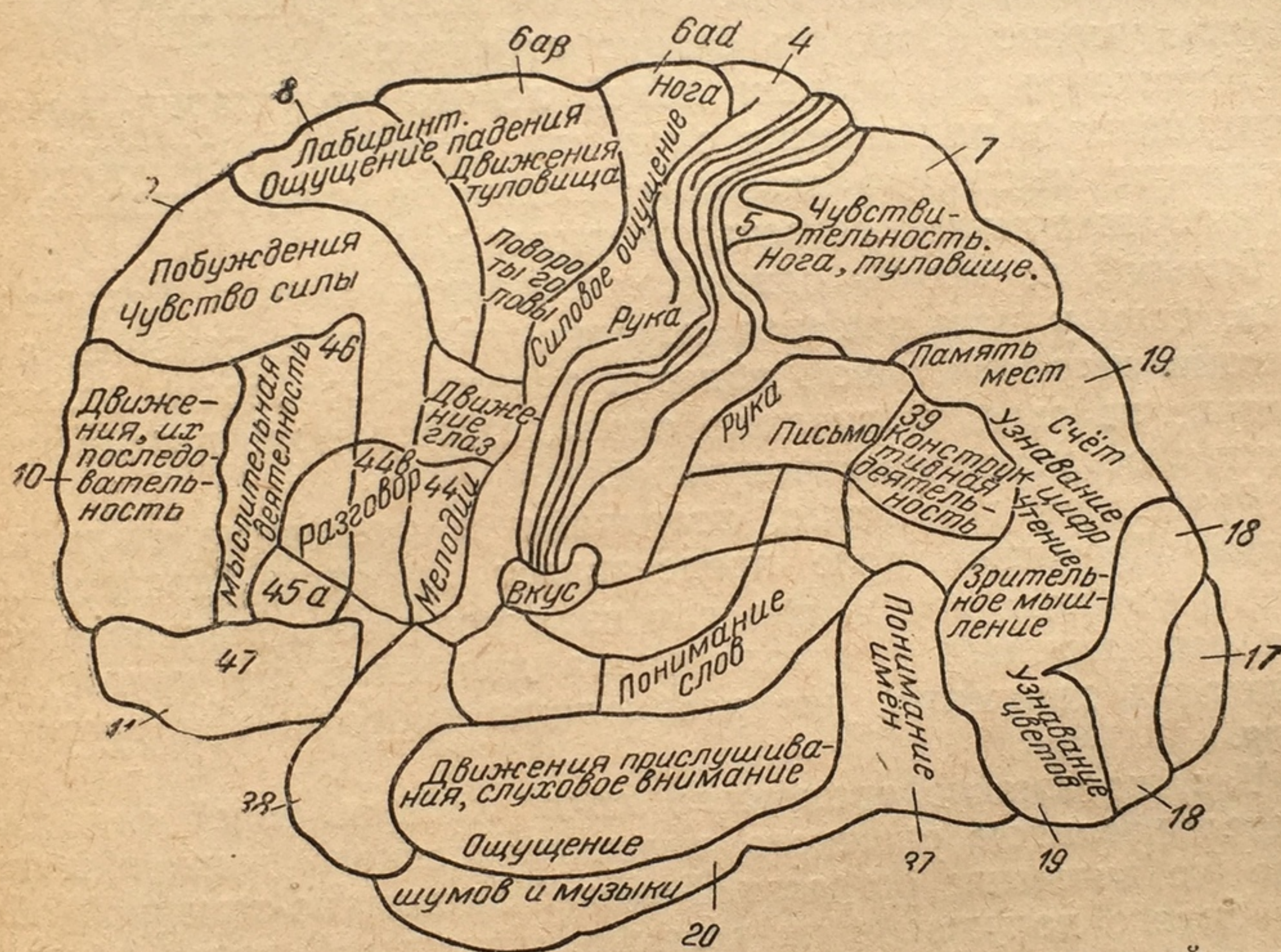


Рис. 28. Локализация функций в коре больших полушарий головного мозга. Внешняя поверхность

Особенно много для понимания локализации функций в коре головного мозга дали работы хирургов и невропатологов за время второй мировой войны. Никогда еще ученые не имели такого громадного материала по ранениям черепа и мозга в самых различных его пунктах и степенях. Война предоставила им естественный грандиозный эксперимент по поражению и удалению самых разнообразных частей головного мозга. Прежде всего было найдено, что потеря сознания может происходить от поражения не только коры головного мозга, но и его ствола.

Такое странное взаимоотношение на самом деле объясняется тем, что в стволовой части мозга находится центр кровообращения; поражение ствола мозга ведет к нарушению кровообращения, что, в свою очередь, вызывает задушение нервных



клеток коры мозга и, уже как следствие этого, потерю сознания.

Дальше было выяснено, что даже элементарные функции зависят не от изолированных центров, но от систем нервных центров, организованных особым образом.

Каждый участок коры мозга представляет не одну функцию, а несколько; иначе говоря, обладает функциональной многозначностью. Поражение височных систем влечет за собой выпадение памяти на слова; когда больному подсказывают нужное слово, то последнее для него звучит непонятно и подсказывание не помогает. Но при поражении теменно-затылочной области подсказывание уже помогает, хотя ассоциативная память, умение обобщать сильно страдает.

Поражение же лобных долей левого полушария вызывает затруднения в подыскании слов при творческой, активной формулировке мысли, но название предметов, следовательно, конкретное мышление, остается нормальным.

Больной не может одновременно воспринимать больше 2—3 букв, если у него имеется передне-затылочное ранение, а при ранении левой височной области теряет способность различать близкие по своему звучанию слова, сложные же процессы мышления остаются незатронутыми.

Различают первичные, вторичные и третичные поля коры мозга. Первичное поле представляет простую двигательную сферу, это поле достаточно для изолированного движения, но не для переключения с одного ритма движений на другой, для сочетания движений уже необходимы вторичные и третичные поля.

Так, поражение третичного поля<sup>1</sup> лобных долей сопровождается распадом сложного целенаправленного движения, простое же движение остается. Ранение затылочно-теменной области левого полушария на границе с височной долей приводит к распаду счета при узнавании отдельных цифр; счет в уме уже невозможен.

Замечательно, что при сравнении мозга<sup>2</sup> и его функций у детей и взрослых можно встретить сходные клинические поражения, но при различной их локализации в мозгу. У взрослого мозг уже сформирован, все его поля уже вполне развиты, поэтому поражение низшей системы у взрослого ведет только к выпадению (временному) функции этой системы. Не то происходит у ребенка, мозг которого еще развивается. Поражение низшей системы влечет у ребенка недоразвитие и высшей системы, надстроенной над данной, низшей, функцией.

<sup>1</sup> Н. И. Гращенко и А. Р. Лурья, О системной локализации функций в коре головного мозга. Невропатология и психиатрия, т. XIV, 1945, 10—22 стр.

<sup>2</sup> М. О. Гуревич, К теории локализации психических расстройств. Там же, 22—27 стр.



Рис. 29. Локализация функций.

Конstellляция много для понимания академик А. А. Ухтомский (звездный) центров. Психическая и анатомически завершенная функция жизни. Наиболее точно ученым считался дыхательный мозг. Именно на нем указывали физиологи углекислотой крови. Но, кроме того, дыхание, следовательно, центр, управляющий продолговатым мозгом. В 1945 г. Аршадян, что актом дыхания организмов находится работа органов дыхания.

<sup>1</sup> А. А. Ухтомский, Труды, 3—9 стр.  
<sup>2</sup> И. А. Аршадян, О онтогенезе функций.





Рис. 29. Локализация функций в коре больших полушарий.  
Внутренняя поверхность

Конstellации — созвездия центров. Особенно много для понимания деятельности нервных центров сделал академик А. А. Ухтомский<sup>1</sup> своим учением о конstellации (созвездии) центров. По его теории не один точно определенный и анатомически закрепленный нервный центр заведует той или иной функцией животного организма, а целое их созвездие. Наиболее точно установленным и доказанным в физиологии считался дыхательный центр, расположенный в продолговатом мозгу. Именно на него, как на пример строгой локализации, указывали физиологи раньше; при раздражении этого центра углекислотой крови учащалось и углублялось дыхание.

Но, кроме того, человек может сознательно изменять свое дыхание, следовательно, в коре мозга должен находиться высший центр, управляющий до некоторой степени низшим центром в продолговатом мозгу.

В 1945 г. Аршавскому<sup>2</sup> удалось экспериментально показать, что актом дыхания заведует целое созвездие нервных центров, образующихся в процессе раннего развития организма. Когда организм находится во внутриутробном периоде развития, то работа органов дыхания регулируется нервными центрами в

<sup>1</sup> А. А. Ухтомский, Лабильность как условие координирования нервных актов. Труды физиологического института ЛГУ, № 17, 1936, 3—9 стр.

<sup>2</sup> И. А. Аршавский, Физиологические механизмы преобразования функций в онтогенезе. Журн. общей биологии. 1948, т. IX, № 1, стр. 31—45.



спинном мозгу; после рождения начинает полностью работать дыхательный центр в продолговатом мозгу, затем к нему присоединяется центр в среднем мозгу и в гипоталамусе. У ребенка к этим центрам затем присоединяется высший центр в коре мозга. Таким образом получаются как бы связанные звенья сложного аппарата по регуляции процесса дыхания. Какой же сложной конstellляцией центров должно осуществляться движение многих мышц, совершаемое с напряженным вниманием и изменяющимся их координированием, например, игра в футбол, игра на рояли и т. п.

Ухтомский определял нервный центр как «область нервной массы, которая необходима и достаточна для того, чтобы данная функция могла осуществляться». Он так же описывает эволюцию учения о речевом центре.

Брока указал, что в левой третьей лобной извилине находится центр речи, но при этом под функцией речи подразумевали главным образом движения речевого аппарата. Но затем, когда нашли, что для речи необходимо также узнавание звуковой массы слов, то приняли, что имеется также и чувствующий центр речи в височных долях коры (речевой центр Вернике). Кроме того, для речи нужны зрительные и кинестетические части коры, а также необходимость чего-то, что заведует нашей памятью и т. д.

Но дальше выяснилось, что для слаженной работы всего речевого аппарата требуются специальные условия, осуществляемые не в коре, а в подкорке, в мозжечке, в ядрах покрышки. Клиника показала, что понимание воспринимаемой речи может быть сохранено при дефектах в самой речи.

Таким образом, центр нормальной речи превратился из определенного узкого места в коре мозга, по мере накопления знаний, в целую группу центральных приборов, разбросанных по коре мозга и в его стволе.

Эти входящие в речевой центр его участники оказываются также участниками актов жевания и глотания, кашля и т. п. По принципу Введенского организм может достигать разнообразных эффектов «простыми вариациями одного и того же мотива»; не один центр речи, а сотрудничество компонентов его, то, что Ухтомский назвал «конstellляцией» — созвездием нервных центров, объединенных не столько постоянными путями, сколько единством рабочего действия.

Переходы данного нервного центра в другую группировку центров, в другое созвездие зависят от способности центрального участка данного созвездия изменять свою ритмику и подвижность возбуждения, т. е. свою лабильность, в связи с ритмикой и подвижностью других центров. Для правильной работы речевого созвездия нужно также, чтобы скорость мышления и скорость речи у оратора или учителя были соразмерны. Опытный



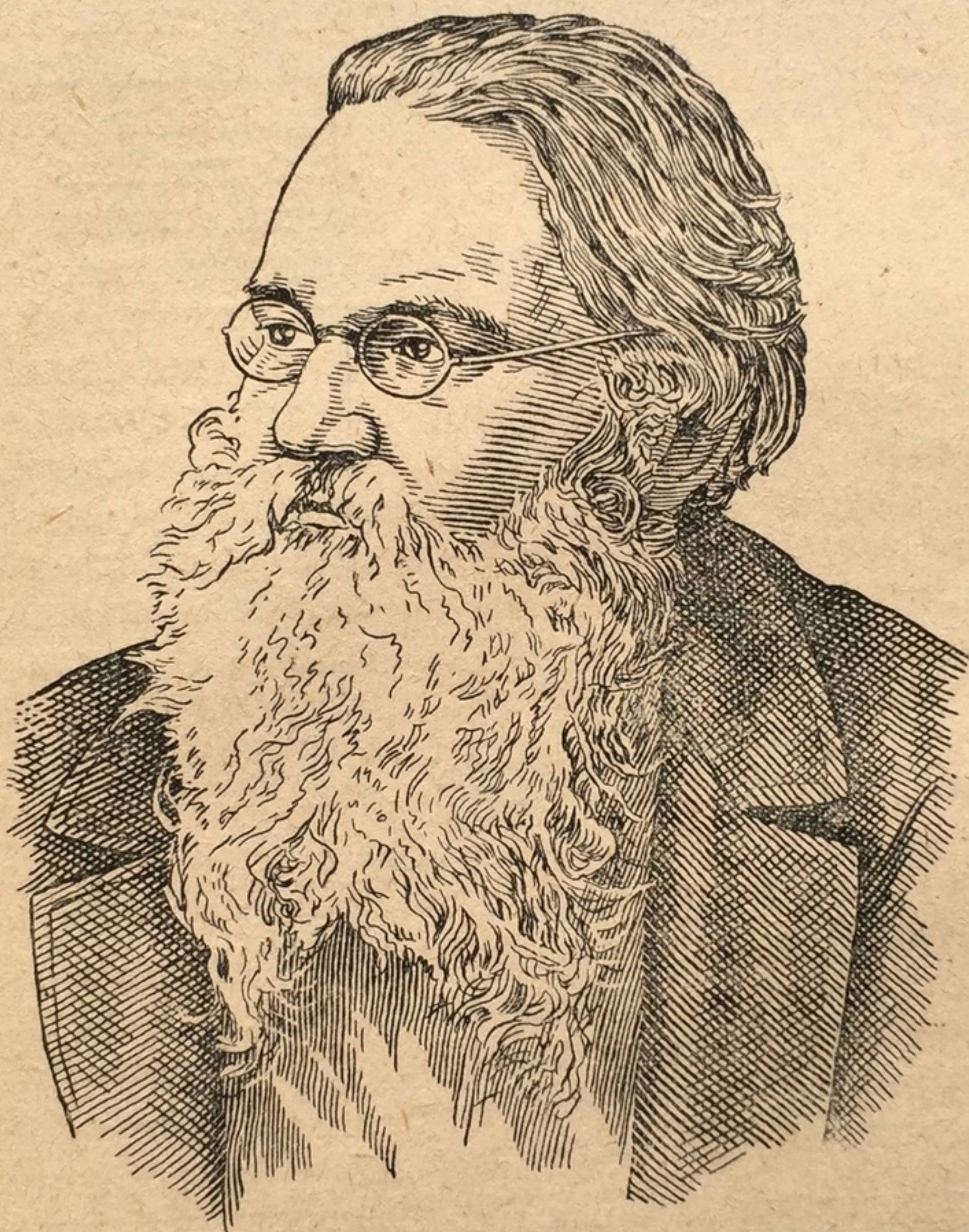


Рис. 30. Академик А. А. Ухтомский



оратор привыкает соразмерять ход излагаемой мысли со скоростью своей речи и достигает однообразного марша возбуждения в речевом созвездии центров. Нужно взаимное сонастраивание всех вовлеченных в работу центров и торможение неработающих центров. Когда центральная констелляция образует доминанту<sup>1</sup>, то в прочих центрах наступает процесс их торможения (рис. 31).

Под «доминантой» Ухтомский подразумевает то состояние в каком-либо месте центральной нервной системы, когда даль-

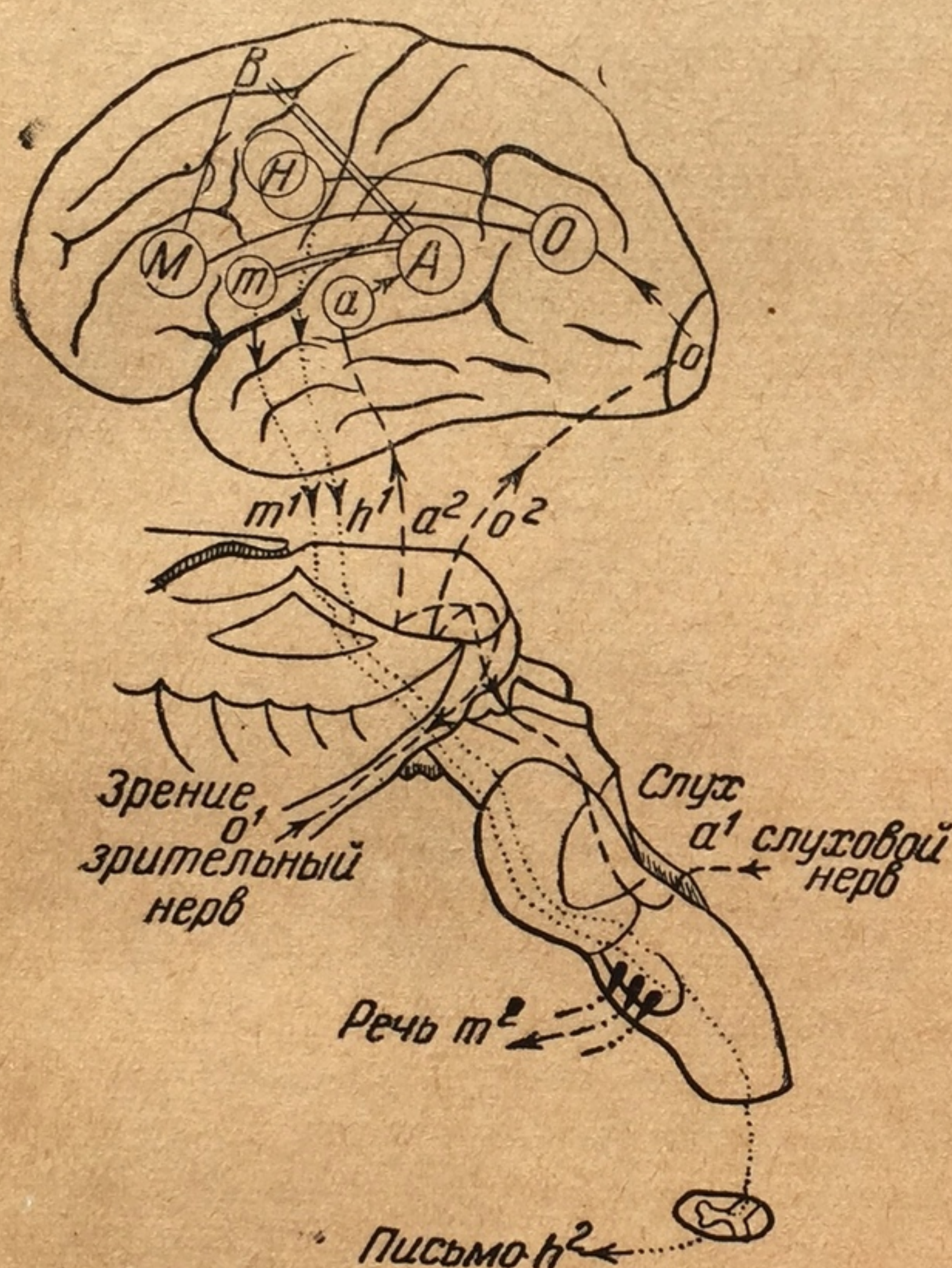


Рис. 31. Схема нервных путей, по которым идет нервное возбуждение при устной и письменной речи. Иллюстрация к созвездиям центров А. А. Ухтомского:

В—центр понятий; М—двигательный центр речи Брока; А—чувствительный центр речи Вернике; О—зрительный центр букв; Т—двигательный центр (мышц лица, языка, гортани); а—слуховой центр; о—зрительный центр; Н—двигательный центр руки

щемся организме ребенка. Основная функция — сокращение мышц передней конечности — имеется уже у новорожденного, но как она далека от совершенства управления разнообразными движениями этой конечности у юноши.

<sup>1</sup> А. А. Ухтомский, О состоянии возбуждения в доминанте.

ний и слабый раздражитель дает повышенную возбудимость в данном месте, стойко удерживающуюся даже тогда, когда уже самый раздражитель, вызвавший доминанту, перестал действовать. Для образования доминанты нужны не сильные раздражения, а способность нервной ткани копить и усиливать свое возбуждение. Доминанта в коре больших полушарий остается как след, чтобы возникнуть опять от притекающих раздражений.

Но какое разнообразие функций мы наблюдаем в организме взрослого человека и как мало их у только что родившегося ребенка! Поэтому с трудом можно представить ту громадную работу по организации многочисленных созвездий нервных центров, которая происходит в постоянно растущем и развиваю-

Очевидно, в организме, с одной стороны, секретории, а с другой — внешней среды организмов.

Всегда ли нервная система у всех детей? Очевидно, у детей — пианистов — в нескольких центрах, объединяющих одну функцию.

Итак, современная теория головного мозга предполагает только одну определенную функцию, объединяющую одну функцию.

Для каждого психического дела воспитания деятельности головного мозга, где каждая часть выполняет свою работу и резки.

Но мозг — не машина, непрерывно функционирующая и точно определенными же функциями. Старая теория считала, что мозг — не один центр, а сложная система, где каждая часть выполняет свою работу.

По данным современной физиологии, мозг — это сложная система, где каждая часть выполняет свою работу. Что же касается психической деятельности, то возбудимость нервных центров, от работы которых зависит вся жизнь организма, — это то, что мы называем психикой.

Против этой теории говорят и данные физиологии. Обыкновенно мозг — это то, что мы называем психикой.

Психика — это то, что мы называем психикой.



Очевидно, в определенные периоды развития детского организма, с одной стороны, под мощным влиянием желез внутренней секреции, а с другой,—не менее мощным воздействием внешней среды организуются и связываются созвездия нервных центров.

Всегда ли нервные центры образуют одни и те же созвездия у всех детей? Очевидно нет. Так, у музыкально одаренных детей — пианистов или скрипачей — созвездия будут образовываться в несколько других соотношениях, опять-таки в зависимости от внешней среды и процесса обучения и воспитания.

Итак, современная физиология от прочно закрепленных в головном мозгу нервных центров, однозначно определявших только одну определенную функцию, перешла к многозначным центрам, объединяющимся в свою очередь в созвездия для выполнения одной функции, но уже в совершенном, высшем ее выполнении.

Для каждого педагога ясно, как многозначна и динамична для дела воспитания такая анатомо-физиологическая картина деятельности головного мозга. Как она далека от примитивного представления машинообразной работы головного мозга старой физиологии, где каждый винтик выполняет только свою определенную работу и не может быть заменен винтом другой нарезки.

Но мозг — не машина, а наиболее важная часть живого организма, непрерывно развивающаяся и приспособляющаяся. Границы этого развития и приспособления, казалось, были твердо и точно определены классической физиологией, в действительности же оказались не существующими, а только воображаемыми. Старая теория о неподвижности нервных центров оказалась неспособной объяснить и объединить новые данные.

По данным новой теории только низшим двигательным функциям организма соответствуют определенные области головного мозга, но уже высшей способности речи соответствует не один центр, а несколько обширных полей головного мозга.

Что же касается таких сложных и высоких проявлений человеческой психики, как любовь, чувство красоты, ораторское искусство, то возможно, что они зависят не только от одного созвездия нервных центров, но от большого их количества, функционирующих под управлением образовавшейся доминанты, от работы мозга в целом.

Против устойчивой и неподвижной локализации функций говорят и данные опытов по так называемой пластичности центральной нервной системы.

Пластичность центральной нервной системы. Обычно при описании безусловного рефлекса (особенно спинно-мозгового) подчеркивается, что именно здесь имеется



строгое соответствие между анатомическим строением и функцией рефлекторной дуги. Существует постоянство между раздражением определенного рецептора и ответом эффектора (между чувствительностью кожи и сокращением мышцы данной рефлекторной дуги).

В действительности такое постоянство наблюдается только при определенных условиях раздражения. Так, если раздражать лапу кошки уколom иглы, то вытянутая лапа от болевого раздражения согнется, а при согнутом ее положении, наоборот, ответит распрямлением. Эта реакция противоречит тому положению классической физиологии, что рецептор и эффектор находятся всегда в прочном нерасторжимом соединении как морфологически, так и функционально.

Но, как показывают опыты физиологов, между рецептором и эффектором соединения имеются не по одному морфологическому пути, а по нескольким. Особенно это ясно можно видеть на движениях глазного яблока под действием его 6 глазных мышц. Например, если глаз смотрит прямо, а нужно посмотреть вверх, то действует активно одна мышца—прямая верхняя мышца. Но если глаз смотрит вбок (абдукция), то нужно уже комбинированное действие прямой и косой мышц или всех шести мышц при вращении глаза по кругу (например, обвод глазом глобуса или круга).

Световое раздражение может вызвать в центральной нервной системе распространение возбуждения по различным путям, к различным мышцам.

Таким образом в центральной нервной системе представлено несколько возможных вариантов морфологических путей хода возбуждения. Уже в простых, рефлекторных движениях имеется синтезирующая организация, которая строит единое целое, имеется как бы «избирающий орган», который с удивительной быстротой выбирает из нескольких путей единственно целесообразный, выгодный для данной реакции животного или человека.

Этот «орган выбора» (очевидно, ганглиозные клетки) может воспитываться, тренироваться. У малолетнего ребенка еще нет этого «органа выбора»; часто мы видим, что ребенок реагирует на раздражение нецелесообразно. К быстрому изменению обстановки ребенок не может также быстро приспособиться. Например, он не может сразу изменить свои движения. Маленькие дети любят бегать, танцевать, но быстро повернуть влево, на ходу или прыгнуть с ходу вбок они не могут. Все движения малолетнего ребенка пока однообразны, штампованы, зафиксированы.

Переучивание участков коры больших полушарий. Если у собаки вырезать двигательный нервный центр, возбуждение которого приводит в движение лапу, то



собака теряет способность движения лапой. Но, спустя несколько месяцев, начинает опять двигать этой, прежде неподвижной, лапой, хотя и не особенно совершенно. Если опять вырезать вокруг раны нервное вещество, то снова собака теряет возможность движения лапой, но через некоторое время движения лапы опять восстанавливаются. По многочисленным наблюдениям хирургов параличи конечностей (например, ног), наступающие при мозговых повреждениях, уменьшаются или даже совсем излечиваются от настойчивых упражнений больного в ходьбе. Таким образом, на место вырезанного участка коры другие ее участки принимают на себя работу удаленной части. Вообще живое вещество наших тканей очень выносливо при различных пересадках и начинает выполнять работу, ему до этого не свойственную, но, конечно, только в известных пределах. Например, при травме мышц-сгибателей ноги, совершенно утрачивает способность двигаться, парализуется; тогда хирург берет часть мышц-разгибателей и пришивает их на место сгибателей.

Путем длительной и настойчивой тренировки больному удается достигнуть того, что разгибатели начинают работать как сгибатели. Но необходимо добавить, что чем ниже животное стоит на эволюционной ступени, тем легче происходит эта замена деятельности одного нервного центра другим; у человека и обезьян эта замена проходит труднее.

Особенно показательны опыты физиологов по сшиванию различных нервов. Анохин сшил блуждающий нерв с нервом передней лапы собаки. Блуждающий нерв принадлежит к черепно-мозговым нервам и иннервирует внутренние органы (например, сердце, желудок с кишками, органы дыхания); нерв же, иннервирующий мышцы лапы собаки, принадлежит к двигательным нервам, по нему идут нервные импульсы из двигательных центров коры мозга через спинной мозг в мышцы. И все-таки, несмотря на такие большие различия, блуждающий нерв врастает в двигательный, и движения конечности восстанавливаются. Но после операции наблюдается характерная реакция блуждающего нерва, например, при чесании кожи лапы у собаки наблюдается рвота и кашель, что характерно при раздражении блуждающего нерва и его центра. Но после 8 месяцев явления кашля и рвоты исчезают, что указывает на то, что центр блуждающего нерва функционально перестроился.

Таких примеров перевоспитания нервных центров достаточно много. Особенно показательны оперативные удаления различных частей коры мозга. Эти удаления сначала дают выпадение определенной функции, но затем функция восстанавливается, но не сама по себе, а только после длительного упражнения органа, например, мышц руки. При удалении центра речи, последняя сначала исчезает, но при настойчивых



усилиях по произношению отдельных слов, а затем целых фраз, способность речи в некоторой степени восстанавливается.

**Доминанта.** Выдающийся русский физиолог А. А. Ухтомский<sup>1</sup>, раздражая электрическим током лапу собаки, с удивлением увидел, что обычная рефлекторная реакция ее (отдергивание лапы) отсутствовала; усиление тока также не давало ожидаемого действия. Что-то тормозило этот рефлекс. Ухтомский заметил, что в это время у собаки протекал акт дефекации (испражнения) и каждое раздражение лапы только усиливало дефекацию. Это наблюдение было началом создания Ухтомским своего знаменитого принципа доминанты, одного из основных законов деятельности центральной нервной системы. Ухтомский так представляет своеобразие работы центральной нервной системы: «Только вполне уравновешенная центральная нервная система реагирует на определенные раздражения постоянным образом. Если равновесие в ней нарушено присутствием временного, достаточно стойкого возбуждения, прежние раздражения вызывают уже существенно другие реакции. Так, подготовляющийся процесс дефекации создает в аппарате дефекации главенствующий очаг возбуждения в том смысле, что разнообразные раздражения, падающие теперь на центральную нервную систему, идут на подкрепление главенствующего фокуса, стимулируя и ускоряя дефекацию, тогда как в прочих приборах реакции угнетены. Раздражение корковых участков, вызывающее в норме движение конечностей, усиливает теперь дефекацию, тогда как в конечностях движений нет или они очень ослаблены».

Доминанта может образоваться не только в головном, но и в спинном мозгу, и она есть общий рабочий принцип нервных центров.

Были открыты многочисленные случаи образования доминанты, из которых особенно яркой и устойчивой является доминанта, возникающая под влиянием гормонов внутренней секреции. Уфлянд заметил, что лягушка-самец, обхватывающий самку передними лапками, все более усиливает свою хватку, в ответ на многие внешние раздражения.

Принцип доминанты тесно соединен с принципом единовременного возбуждения целого созвездия нервных центров. Так, при возникновении половой доминанты возбуждаются центры в коре и подкорке мозга, в продолговатом мозгу, в поясничном отделе спинного мозга, а также в секреторной сосудистой системе. В целостной доминанте надо различать нервные и соматические части.

<sup>1</sup> А. А. Ухтомский, Принцип доминанты. Новое в области рефлексологии.



Особенно ясно это можно наблюдать на инстинктивных действиях животных. Так, после охлаживания жеребца возможность полового возбуждения у него исчезает навсегда, если он до этого не покрывал лошадь. В противном случае мерин будет ухаживать за лошадью-самкой при каждом ее приближении, хотя эндокринные возбудители доминанты уже исчезли.

Очень важно отметить, что доминанта может снова возникать только по нервным кортикальным своим частям.

Возбуждение созвездия нервных центров может не сопровождаться ясным возбуждением мышц, игрой сосудов и секрецией гормонов, а переживается в сокращенном виде, служа физиологической основой для психологических «воспоминаний» прежних переживаний.

Необходимо отметить, что некоторые психологи и педагоги придают доминанте Ухтомского расширенное толкование и видят в ней физиологическую базу для возникновения и поддержания непроизвольного и даже произвольного внимания у человека. Изолированно рассматриваемая доминанта не может дать правильного представления о работе головного мозга. Необходимо рассматривать принцип доминанты в связи с другими закономерностями работы центральной нервной системы, выдвинутыми школой Введенского — Ухтомского и школой Павлова; принципы этих школ тесно взаимосвязаны друг с другом и вытекают один из другого.

Доминанта является иннервацией длительной, занимая собой более или менее продолжительные периоды жизни организма; интервалы ее существования длинны. Речь становится доминантным процессом, когда соответствующая центральная констелляция вовлечена в дело полностью; физиологи знают, что наладившийся ритм возбуждений осуществляется без перебоев, подкрепляясь текущими впечатлениями среды. В то же время ближайшие и близорукые рефлексy на эти впечатления заторможены (Ухтомский).

Действие головного мозга на обмен веществ и энергии в мышцах и других органах тела. Головной мозг производит мощное действие на биохимические процессы, протекающие в мышцах передних и нижних конечностей. Чтобы убедиться в этом, перерезают полностью спинной мозг животного, тогда нервная связь головного мозга с передними конечностями сохраняется, а с задними совершенно прекращается. Животные с перерезанным спинным мозгом живут достаточно долго, что дает возможность произвести сравнительное исследование мышц передних и задних конечностей.

В мышцах, отключенных от головного мозга задних конечностей, мало расходуются гликоген и креатинофосфорная кислота; в венозной крови, оттекающей от таких мышц, меньше



имеется молочной кислоты, чем в крови передних конечностей (Галкин)<sup>1</sup>.

Особенно интересно отметить, что мышцы задних конечностей мало потребляют кислорода, поэтому венозная кровь, оттекающая от этих мышц, имеет алокресный цвет, как и артериальная кровь; выделение углекислоты в кровь также понижено.

Таким образом, окислительно-восстановительные процессы в мышцах, не соединенных с головным мозгом, сильно понижены. Следовательно, головной мозг является регулятором окислительных процессов в мышцах. Можно ожидать, что такое действие головного мозга изменяется с возрастом.

Необходимо отметить, что по другим данным обезнервленные изолированные мышцы, наоборот, больше потребляют кислорода, чем нормальные.

Баяндуров<sup>2</sup> показал в 1946 г., что возраст животных играет определенную роль во влиянии полосатых тел головного мозга на трофику (питание) всего организма. Так, удаление обоих полушарий переднего мозга птиц и млекопитающих вызывает у взрослых особей ожирение, а у молодых, наоборот, задержку роста и развития; также и обмен веществ у них изменяется в противоположных направлениях. Кроме того, при удалении обоих полушарий рост перьев у цыплят усиливается, а у взрослых птиц при тех же условиях резко угнетается. После названного удаления вегетативная нервная система выявляет преобладание симпатических реакций у молодых животных и парасимпатических у старых животных. Но необходимо отметить, что, по Баяндурову, в этом трофическом влиянии играет роль не кора мозга, а полосатые тела (у животных). В отличие от животных кора мозговых полушарий человека играет постоянную трофическую роль.

<sup>1</sup> Механизмы патологических реакций. Сборник под редакцией проф. В. С. Галкина. Военно-Морская медицинская академия, Л., 1945, 203 стр.

<sup>2</sup> Б. М. Баяндуров, Некоторые данные о трофической функции головного мозга. Тезисы докладов научной сессии, посвященной 10-летию со дня смерти И. П. Павлова, 1946, Изд. Академии наук СССР.



## Глава XI. ОРГАНЫ ЧУВСТВ ЧЕЛОВЕКА

*„Органы чувств человека есть анализаторы внешнего мира“.*

И. П. Павлов

Общие закономерности в работе всех органов чувств. Все многообразие окружающего мира воспринимается человеком посредством органов чувств. Органы чувств разлагают каждое явление, каждый предмет окружающего мира на части. Например, зрелое красное яблоко вызывает в глазу человека изображение его формы и объема и красную окраску; тяжесть яблока, пропорциональная его массе, воспринимается уже не глазом, а мышечно-суставным аппаратом. Тонкий аромат, льющийся от яблока, ощущается только органом обоняния в носовой полости, кислосладкое ощущение от яблока получается только через язык. Причем язык воспринимает вещества, только растворимые в воде, обоняние только газы, суставы с мышцами — давление, ухо — колебания воздуха и глаз — световые волны, волны эфира.

Но за этим анализом следует непосредственно синтез всех ощущений, получаемых органами чувств от предметов и явлений внешнего мира. Синтез производится корой мозга животных и человека; только у человека этот синтез достигает большего совершенства. При этом мозг человека не только производит синтез (соединение) ощущений одновременных, но и разновременных, возникших в органах чувств: обладая способностью удерживать в памяти прошедшие ощущения, мозг соединяет их воедино с настоящим.

Несмотря на резкое различие в строении и функциях органов чувств, они имеют общие закономерности своей работы. Все органы чувств воспринимают внешние раздражения, поэтому органы чувств называются еще рецепторами (воспринимателями) в виде механической, тепловой, звуковой, световой энергии и переводят, трансформируют, эти виды энергии в специфическое нервное возбуждение, которое по нервным волокнам идет к головному мозгу<sup>1</sup>. В коре головного мозга нервное воз-

<sup>1</sup> С. В. Кравков, Очерк общей психофизиологии органов чувств. Изд. Академии наук СССР, М., 1946, 69 стр.



буждение превращается уже в ощущение, которое в свою очередь в ней же развивается в чувства. Из головного мозга по эфферентным путям ощущение дает начало отраженному действию какой-либо группы поперечно-полосатых или гладких мышц, т. е. происходит рефлекс.

Каждый орган чувств можно раздражать двумя способами: адекватными раздражителями, специфическими для данного органа, например, ухо — звуком, глаз — светом. Но можно вызвать ощущение в коре мозга через те же органы чувств и неспецифическими раздражителями, например, на глаз механическим ударом или электрическим током. На так называемый вестибулярный аппарат уха для его возбуждения можно подействовать адекватным раздражителем — ускорением вращения или движения и неадекватным раздражителем — холодом или теплом.

Все ощущения имеют свои качественные особенности, специфичность, т. е. ощущение света нельзя перевести в ощущение звука или вкуса, ощущение запаха в световое ощущение или сравнить эти ощущения друг с другом, они резко отличаются, не похожи друг на друга.

В физиологии поэтому имеется закон о так называемой специфической энергии органов чувств (Иоганнес Мюллер). Но необходимо отметить, что ни сам создатель этого закона, ни даже современная физиология ничего не могут сказать определенного об этой специфической энергии органов чувств. И в сущности при современном уровне развития физиологии и психологии можно только говорить о специфичности ощущений для каждого органа чувств.

Важно только установить, что причиной наших субъективно переживаемых ощущений является материальный внешний мир. В ощущениях отражается «субъективный образ объективных вещей» (Ленин).

В то время как к неадекватным раздражителям органы чувств чрезвычайно мало чувствительны, наоборот, адекватные раздражители вызывают поразительно высокую чувствительность. Малое количество световой энергии может вызвать световое ощущение в глазу. Так, ночью при прозрачном воздухе свет свечи виден человеку на расстоянии 1 км.

Вообще чувствительность органов чувств человека или превосходит некоторые совершенные приборы современной физики или не уступает им. Эта предельная чувствительность каждого органа чувств измеряется порогом, т. е. тем наименьшим количеством силы раздражителя, который действует извне на них, вызывает ощущение, например, наименьшим количеством света, звука, вкусовым веществом, запахом пахучего вещества. Но эти пороги могут быть то повышены, то понижены, т. е.



чувствительность органа, представляющая обратную величину порога (чувствительность равна единице, разделенной на величину порога), соответственно то усиливается, то ослабляется. Физиология, конечно, заинтересована в том, чтобы найти способы все большего увеличения чувствительности особенно таких органов чувств, как глаз и ухо.

Общим для всех органов чувств является также и процесс адаптации, т. е. приспособления органа чувств к силе действия внешних раздражителей. Так, человек, входя с ярко освещенной улицы в темный зал кино, не может сначала увидеть людей, сидящих там, и найти свое место, но по мере пребывания в темноте, минут через 15, начинает различать при том же освещении всех людей, их лица, места и т. д. Глаз приспособляется к темноте, делается более чувствительным благодаря тому, что родопсин (светочувствительное вещество в палочках) быстрее накапливается в темноте; чувствительность глаза к различению слабо освещенных предметов тем больше, чем больше в палочках зрительного пурпура. На свету в глазу происходит обратный процесс.

Очень мала адаптация органа слуха. Особенно ярко сказывается адаптация на вкусе. Если человек перед обедом закусывает соленой селедкой, то после этого достаточно посоленный суп кажется ему пресным.

В некоторой связи с явлениями адаптации находятся и так называемые относительные пороги чувствительности.

Держа на спине тяжесть в 17 кг., мы с удивлением замечаем, что прибавка гири весом в 500 г. не дает нам ощущения прироста тяжести. Только прибавка целого килограмма дает слабое ощущение увеличения тяжести. Если играет оркестр музыкантов в 100 человек, то напрасно прибавлять к нему еще 2 скрипачей, их все равно не будет слышно.

Органы чувств как бы защищены от слишком быстро действующих сильных нагрузок, которые могут их повредить.

Вкус. Специфическими физиологическими приборами, ощущающими вкус, являются особые вкусовые луковицы, находящиеся у человека на кончике, на боковой и спинной частях языка, а также в надгортаннике, глотке, мягком нёбе, нёбных занавесках. Число таких вкусовых луковиц с возрастом уменьшается (вернее, область, которую они занимают). У детей, по Скрамлику, вкусочувствительны нижняя сторона кончика языка, твердое нёбо, губы. На языке вкусовые луковицы помещаются в особых сосочках различной формы (желобоватых, листовидных, грибовидных); число вкусовых луковиц в каждом сосочке доходит до 250. Иннервация вкусовых сосочков сложна и производится несколькими нервами.

Только те вещества имеют вкус, которые могут растворяться



в воде, но вода, освобожденная от всех растворяющихся в ней веществ, безвкусна. Порог кислого вкуса очень мал и равен одной тысячной молекулярного раствора кислоты.

Синтез вкусов. Барышевой удалось доказать, что можно приготовить вещество какого угодно (но слабого) вкуса из соединений четырех основных вкусов: соленого, кислого, сладкого и горького. Так, при смешивании в известной пропорции молекулярных растворов сахара и щавелевой кислоты получается вкус сока мандарина. Щавелевая кислота с солью дает вкус сока огурца. Вкус виноградного сока получается из смеси соли, сахара и кислоты.

Ощущение кислого и щелочного вкуса можно получить не только кислотой и щелочью, но и прямым раздражением поверхности языка постоянным электрическим током; причем анод дает кислый, а катод — щелочной вкус.

Грудной ребенок не может отличить по вкусу пригодную пищу от вредной для него, но уже новорожденный отличает вкус подсахаренного молока от обычного, горький и другие вкусы. Вкус у маленьких детей может быть значительно ослаблен при ревматизме. У идиотов при сильном расстройстве питания могут пропадать все вкусовые ощущения, кроме соленого. У маленьких детей наблюдались случаи извращения вкуса, например, поедание собственного кала.

Ощущение вкуса может быть развито до высокой степени, например, у дегустаторов, отличающих на вкус различные сорта чая или вин.

Обоняние. Орган обоняния, или обонятельная область, человека находится в заднем отделе верхнего носового хода и носовой перегородки. У новорожденного обонятельная область значительно больше, чем у взрослого. Орган обоняния чувствует все запахи только тогда, когда вещество находится в газообразном или весьма распыленном виде. Если, например, сильно пахнущие духи влить в нос в виде жидкости, то никакого ощущения запаха они не дадут, тогда как небольшое количество паров этих же духов, прошедших через нос, сейчас же дадут обонятельное ощущение, характерное для этих духов.

Чтобы получить отчетливое ощущение запаха какого-либо летучего вещества, надо быстро несколько раз вдохнуть его пары.

Пороги обонятельного ощущения, т. е. то наименьшее количество вещества, которое может дать ощущение запаха, очень различны для различных веществ. Чтобы определить этот порог, распыляют точно взвешенное количество исследуемого вещества в определенном помещении и затем вычисляют в 1 м.<sup>3</sup> пространства еле ощущаемое количество.



Некоторые вещества в поразительно малых количествах уже вызывают специфическое обонятельное ощущение, например, скверно пахнувший газ (меркоптан) уже ощущается в разведении  $1/20\,000\,000$  мг., т. е. одна двадцатимиллионная миллиграмма меркоптана достаточна, чтобы быть ощутимой обонянием.

Чувствительность у животных (например, собаки) во много раз превосходит чувствительность у человека. Если же человек начинает тренировать этот орган, например, на парфюмерных фабриках, то достигает исключительной остроты обоняния, но, конечно, не сможет, как это делает собака, отыскать человека по запаху, оставляемому его сапогами на почве.

Пользуясь методами условных рефлексов, Красногорский показал, что дети 7—8 месяцев уже отличают запах камфары от запаха духов.

Орган зрения — глаз. Развитие глаза. Глаз человека развивается из нервной эктодермы зародыша, т. е. из того же слоя клеток, из которого происходит и головной мозг. Имея общее происхождение, глаз и головной мозг развиваются строго параллельно друг другу, они как бы представляют единое образование. Если измерять увеличение веса глаза и мозга (на трупах), например, от момента рождения до 20 лет, то видно, что кривые их роста идут параллельно (Скаммон)<sup>1</sup>, в то время как другие органы и даже такие, как нижний мозговой придаток — гипофиз, такой параллельности росту мозга не показывают.

Такая взаимосвязанность роста выявляется и в их функциях. Глаз как орган зрения производил и производит громадное формирующее воздействие на развитие мозга. У низших животных глаз играет незначительную роль; эти животные руководятся в своем поведении другими, более древними органами чувств: обонянием, вкусом, тактильными ощущениями кожи. Только у высших теплокровных животных глаз достигает определенной высоты развития. Глаз, развиваясь и действуя на головной мозг, в свою очередь подвергался и подвергается мощным и постоянным воздействиям со стороны мозга — как его коры, так и подкорки, как центров высшей психической деятельности, так и вегетативных центров.

Выражение глаз может быть грозным, жестоким, лукавым, тоскливым и спокойным. Глаз и его слезная железа могут объективно выражать и передавать горе человека. Глаз освещается чувством изнутри, как он же освещается извне, воспринимая тысячи оттенков цветных бликов зеленой листвы, пасмурных облаков, еле уловимую черту пренебрежения и насмешки.

<sup>1</sup> Пенде, Эндокринология, стр. 240.



Как поразительны первые проблески сознания в глазах ребенка для его матери!

**Движение глаз.** Три пары мышц вращают глаза во все стороны, позволяя нам видеть предметы, лежащие по сторонам от глаза, следить непрерывно за двигающейся птицей, за вращающейся спицей колеса, за падающей звездой. Оба глаза двигаются у взрослого вместе, отдельно мы не можем перемещать их, например, следить за движением двух людей, идущих от нас в противоположные стороны — направо и налево. «Каждый глаз стремится фиксировать то, что фиксируется другим глазом. Лишь искусственным образом, ставя перед одним глазом слабую призму и заставляя обоими глазами фиксировать один и тот же предмет, мы оказываемся в состоянии сделать зрительные линии слегка расходящимися (дивергирующими) или же заставить один глаз смотреть несколько выше, чем смотрит другой» (К р а в к о в)<sup>1</sup>. Но у новорожденного один глаз движется независимо от другого. Один глаз может двигаться при неподвижности другого, поэтому у новорожденного нет ощущения глубины и перспективы, для чего необходимо согласованное положение обоих глаз, одновременная фиксация ими одного предмета.

Как было уже сказано, рост и развитие внешней формы и объема глаза и головного мозга идет совершенно параллельно; функции глаз и мозга также тесно взаимосвязаны; в движении глаз мы опять встречаемся с этой зависимостью. Можно проследить ее и еще дальше на тех же движениях глаз.

Глаза находятся в постоянном движении, даже когда взор фиксирует предмет, то глаза производят произвольные и не сознаваемые нами движения в стороны. Эти движения происходят скачками.

Остановить движение глаз так же трудно, как и остановить мысль, но зафиксировать взор на предмете все-таки легче, чем фиксировать мысль на этом же предмете. Подвижность процессов в нервных клетках головного мозга более велика. Возможно, что эта подвижность процессов в головном мозгу произошла сопряженно от подвижности глазных яблок.

Глаз помещается в глазнице — углублении черепа. Этим он защищен от возможных ударов различными предметами: удары обычно приходятся на надбровные дуги и не достигают поверхности глаза. Кроме того, глазное яблоко защищено бровями и веками с ресницами. Брови защищают глаза от пыли, падающей сверху, и от пота, струящегося по лбу; капли пота

<sup>1</sup> С. В. Кравков, Глаз и его работа. Изд. 3-е Наркомздрава СССР. Медгиз, М., 1945, 354 стр.



в жаркое время года не смогут стекать в глазницу благодаря бровям, по волосам последних они направляются к виску.

Особенно важна защита глаз веками, периодически (6—8 раз в минуту) закрывающими глаз, что дает отдых глазу на короткие мгновения его закрытия. Ночью глаза плотно закрываются веками и прекращают доступ всем световым раздражителям внутрь глаза, а следовательно, и внутрь головного мозга человека. Кроме того, ресницы век опять-таки предохраняют поверхность глаз от оседающей пыли, а сами веки удаляют пыль.

Веки также массируют поверхность глаза, усиливая обмен веществ в нем, и распределяют жидкость — слезы — по роговице глаза (слезы выделяются из слезной железы, лежащей в височном углу глазной орбиты). Слезы, при плаче, появляются у детей только в возрасте нескольких недель. Мигания помогают работе глаза, что показывает увеличение числа миганий при утомительном чтении и плохом освещении. Подсчетом числа миганий некоторые ученые воспользовались для суждения о пригодности того или иного освещения.

Фиксирование взгляда на каком-либо предмете (например, блестящем шарике, лампе) появляется у ребенка не сразу при рождении, иногда не раньше 5-го месяца. Замечательно, что дети-идиоты не могут фиксировать свой взор на чем-либо длительное время, их взор бесцельно блуждает с предмета на предмет.

Вследствие согласованных координированных движений обоих глаз получают два изображения одного и того же предмета на сетчатке в местах наилучшего зрения. Даже при движущемся предмете его изображение падает на эти места наилучшего зрения, так как глаза следят, передвигаясь за ним.

Оба глазных яблока совершают еще одно согласованное движение при приближении и удалении предмета. Они поворачиваются соответственно внутрь при приближении предмета так, что зрительные оси их образуют между собой угол, а при удалении предмета или смотрении на далекие предметы зрительные оси устанавливаются параллельно. Такие движения называются «конвергенцией глаз» и зависят от сокращения глазных мышц. Если эти мышцы утомлены, то конвергенция происходит уже не так совершенно, и тогда вместо одного предмета появляется его двойное изображение.

Глазное яблоко имеет 3 главных слоя, или оболочки, — белковую, сосудистую и сетчатку. Первая оболочка, толщиной в 1 мм. — белковая, в передней части глаза переходит в прозрачную роговицу. Под белковой оболочкой находится сосудистая, толщиной до  $\frac{1}{3}$  мм., спереди переходящая в ресничное тело и радужину, или радужную оболочку. Ресничное тело содержит, кроме кровеносных сосудов, гладкие мышечные во-



локна, прикрепляющиеся к белковой оболочке в месте перехода ее в роговицу. Радужина определяет цвет глаз, так как содержит пигментные клетки с различным пигментом — коричневым, черным и т. д. В середине радужины находится отверстие — зрачок, то расширяющийся в темноте, то суживающийся на свету. Величина зрачка регулирует вхождение света внутрь глаза.

У взрослого человека ширина зрачка равняется 2—5 мм, смотря по силе освещения; зрачок новорожденного меньше и равен при среднем освещении  $1\frac{1}{2}$  мм., но затем уже за первый год жизни зрачок увеличивается до  $2\frac{1}{2}$  мм.

Возраст	Радиус зрачка (в мм.)	Поверхность зрачка (в мм <sup>2</sup> )	Количество света, достигающего ретины
20 лет	4,0	50,2	178 усл. един.
30 "	3,5	38,3	136 " "
40 "	3,0	28,2	100 " "
50 "	2,5	19,6	69,5 " "
60 "	2,05	13,2	46,8 " "
70 "	1,6	8,05	28,1 " "

Но, кроме движений зрачка от внешнего освещения, наблюдается (Пейпер) подвижность края радужины от 30 до 120 раз в минуту, усиливающаяся при психическом возбуждении (эмоциях). Эти колебания отсутствуют в первые месяцы жизни ребенка и могут зависеть от состояния головного мозга. Реактивная возбудимость зрачка на свет быстро увеличивается с возрастом. Так, у месячных детей она равна 0,9 мм., на 5-м месяце—1,1 мм., к концу первого года уже—1,4 мм., а к 6—12 годам увеличивается до 1,9 мм.

Зрачок расширяется также от раздражения кожи, от боли и звука и тем больше, чем старше ребенок.

Аккомодация и ее изменение с возрастом. За зрачком расположен хрусталик — прозрачное тело, несколько похожее на двояковыпуклую линзу. Форма хрусталика может меняться, благодаря мышцам, которые особыми связками прикреплены к краям хрусталика. Когда мышцы сокращаются, они растягивают, уплощают хрусталик; когда же мышцы расслабляются, то хрусталик в силу своей эластичности опять принимает свою прежнюю выпуклую форму. Такое пассивное изме-



нение формы хрусталиком, называемое «а к к о м о д а ц и е й», позволяет получать одинаково ясное изображение на сетчатке глаза при разном расстоянии предметов от глаза.

При рассматривании близких предметов хрусталик становится выпуклым, при взгляде на отдаленные предметы он, наоборот, уплощается. Если хрусталик мало уплощается, то говорят о близорукости, если он, наоборот, потерял свою эластичность и стал более плоским, то говорят о дальнозоркости.

Изменения степени аккомодации с возрастом

Возраст	Ближайшая точка от глаза (в см.)	Аккомодация (в диоптриях)
10 лет . . . . .	7	14
15 " . . . . .	8	12
20 " . . . . .	10	10
25 " . . . . .	12	8,5
30 " . . . . .	14	7
35 " . . . . .	18	5,5
40 " . . . . .	22	4,5
45 " . . . . .	28	3,5
50 " . . . . .	40	2,5
55 " . . . . .	57	1,75
60 " . . . . .	100	1
65 " . . . . .	133	0,75
70 " . . . . .	400	0,25
75 " . . . . .	—	0

Если посмотреть сзади на сетчатку глаза, то можно, как в фотокамере, видеть предмет, помещенный перед глазом. Но изображение будет перевернутым и при этом очень грубым с резкими отличиями от самого предмета, как мы его воспринимаем корой мозга. Следовательно, последняя имеет механизмы сглаживающие, улучшающие изображение, получаемое на сетчатке.

Необходимо отметить, что нервные пути идут не только от сетчатки к коре мозга, но также от коры к сетчатке. Образно говоря, сетчатка «освещается» не только снаружи, но и с внутренней стороны глаза.

Новорожденный смотрит, но не воспринимает ясно видимой картины, так как нервные пути к сетчатке его глаз еще не созрели.

Для нормального развития глазного нерва и его окончаний совершенно необходимо воздействие на глаз света. Даже если ребенок при рождении слепой, то закрытый глаз не показывает развития миелиновой оболочки глазного нерва, а открытый будет иметь миелиновую оболочку. Зрячие дети при недостаточном освещении заболевают на 2-м году жизни нистагмом и



тиком (подергиванием) головы. Эта болезнь проходит при достаточном освещении.

Строение сетчатки человеческого глаза. Центральное и периферическое зрение. Сетчатка, или ретина, представляет очень сложное строение (рис. 32). Для физиологии важно различать центральную часть сетчатки и ее периферию, так как в центре глаза в наибольшем количестве находятся клетки, формой напоминающие колбочки, а на периферии — палочки. Всего в сетчатке насчитывается 130 млн. палочек и 7 млн. колбочек. Эти клетки соединены

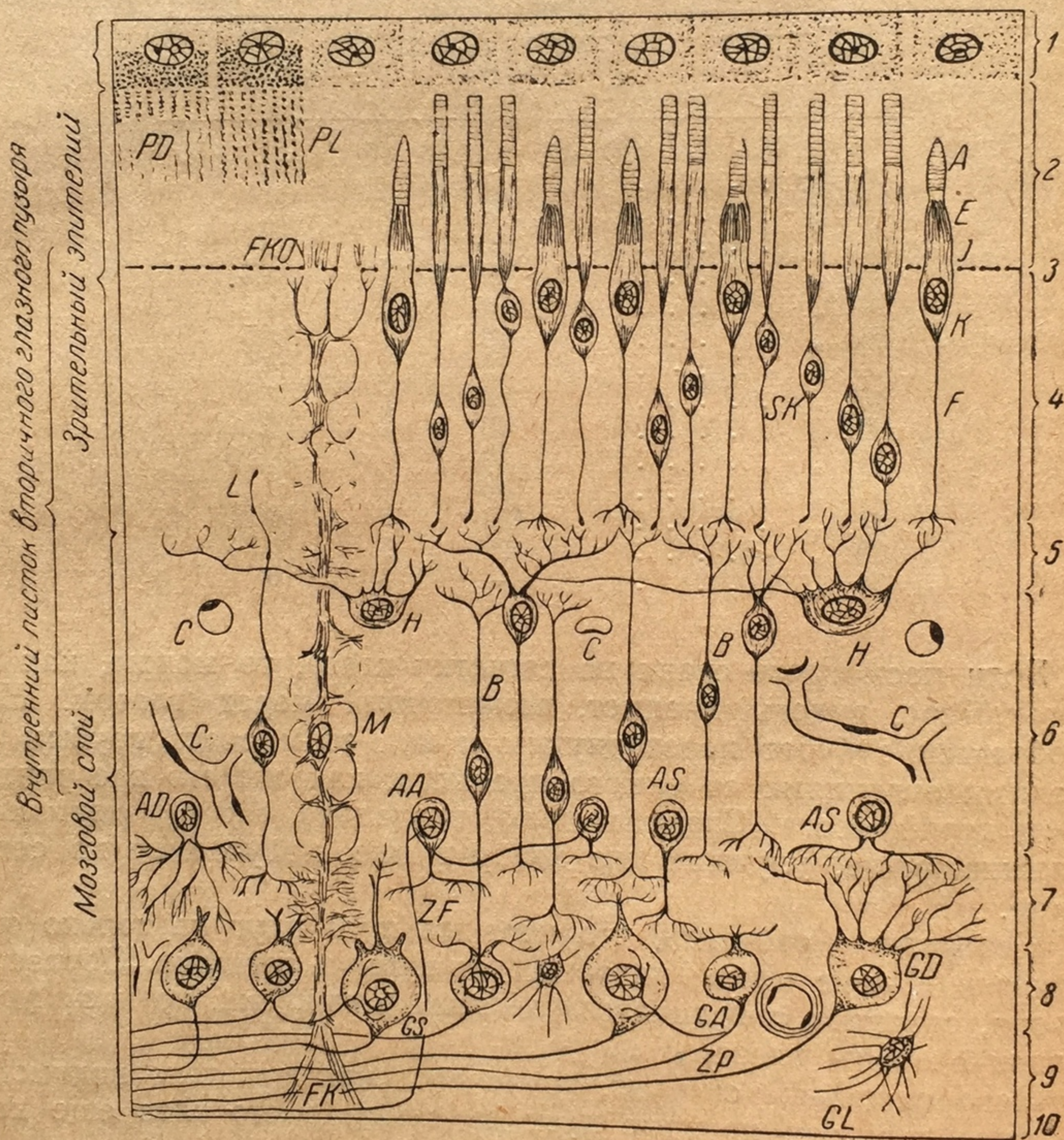


Рис. 32. Схема сетчатки глаза у человека

1. Пигментный эпителий. 2. Палочки и колбочки. 3. Внешняя ограничивающая мембрана.
4. Внешний ядерный слой. 5. Внешний plexiforme слой. 6. Внутренний ядерный слой.
7. Внутренний plexiforme слой. 8. Ганглиозный слой. 9. Нейроволокончатый слой. 10. Внутренняя пограничная мембрана. GS—слои ганглиозных клеток; GZ—клетки глии; GD—диффузные ганглиозные клетки; PD—Пигментные клетки в темноте; PL—пигментные клетки на свету; A—Внешний членик; E—эллипсоид; J—Внутренний членик; SK—Ядро палочки; K—Ядро колбочки; F—Волоконце колбочки; M—Ядро Мюллеровской защитной фибриллы; B—двухполярные ганглиозные клетки; C—Капилляр; H—Горизонтальные клетки; GA—Ганглиозные клетки с ассоциативными отростками

с нервными окончаниями  
соединяется с нервными окончаниями  
таким образом, что  
такому строению  
или точки может  
или же такого з  
нее чувствительны  
бочек — так назыв  
тального нерва  
и колбочек и поз  
особое окрашенно  
ываемое зрительн  
белом свету вып  
В темноте это ж  
Колбочки содержат  
веществ, состав  
Свет, следовательно  
окончания зрительн  
В связи с раз  
и функций колбо  
ральное и периф  
Центральное  
дневным, так как  
ощущаются цент  
различные степе  
Возрастни  
периферичес  
периферического  
П. П. Лазарева  
ся определенным  
Периферическ  
рождения, дост  
ность начинает  
леннее снижается  
(1944 г.) также  
уменьшается с  
20 до 70 лет).  
сколько с широ  
Но отсюда  
ответственный  
собности чело  
также достигал  
1 П. П. Лазарева  
наук СССР, 1945  
2 J. W. R. Robertson  
ptation. Journal o  
13 В. В. Ефимов



при до-  
глаза.  
Сетчат.  
(рис. 32).  
асть сет-  
большем  
колбочки,  
тывается  
единены

с нервными окончаниями; причем к каждой колбочке подходит одно нервное окончание, между тем только целая группа клеток-палочек соединена с одним нервным окончанием. Благодаря такому строению изображение очень маленького предмета или точки может быть воспринято колбочкой ясно, резко; палочки же такого зрительного ощущения дать не могут. Наиболее чувствительным местом сетчатки является собрание колбочек — так называемое желтое пятно. При выходе зрительного нерва имеется слепое пятно, лишенное палочек и колбочек и поэтому не видящее предметов. Палочки имеют особое окрашенное в розовый цвет (в темноте) вещество, называемое зрительным пурпуром, или родопсином, которое на белом свете выцветает и превращается в желтое вещество. В темноте это желтое вещество опять переходит в розовое. Колбочки содержат одно или несколько цветочувствительных веществ, состав и свойства которых науке еще неизвестны. Свет, следовательно, падает на палочки и колбочки, а не на окончания зрительного нерва, которые не чувствительны к свету.

В связи с различным строением центра и периферии глаза и функций колбочек и палочек в физиологии различают центральное и периферическое зрение.

Центральное зрение еще называют цветным зрением, или дневным, так как различные цвета — красный, синий, желтый — ощущаются центром глаза, периферия же ощущает только различные степени белого и серого цвета.

Возрастные изменения чувствительности периферического зрения (ночного). Чувствительность периферического зрения, как показали работы академика П. П. Лазарева<sup>1</sup> и его многочисленных сотрудников, изменяется определенным образом с возрастом.

Периферическая чувствительность быстро повышается после рождения, достигая максимума в 20 лет; затем чувствительность начинает сначала быстро (к 40 годам), а затем все медленнее снижаться (см. кривую на рис. 33). Робертсон и Юдкин<sup>2</sup> (1944 г.) также нашли, что периферическое зрение постепенно уменьшается с возрастом (исследовалось зрение в возрасте от 20 до 70 лет). Эта возрастная кривая, хотя и изменяется несколько с широтой местности, но сохраняет общий вид.

Но отсюда никоим образом нельзя делать обобщающий и ответственный вывод, как это сделал Лазарев, что высшие способности человека (внимание, память, осмысление, интуиция) также достигают наивысшего развития к 20—24 годам и затем

<sup>1</sup> П. П. Лазарев, Современные проблемы биофизики. Изд. Академии наук СССР, 1945, 152 стр.

<sup>2</sup> J. W. Robertson and J. Yudkin. Effect of age upon dark adaptation. Journal of Physiology, 1944, v. 103.



постепенно с возрастом понижаются. (Во II томе «Возрастной физиологии» в главе «Умственный труд» этот вопрос будет рассмотрен подробно.)

На периферическую чувствительность глаза человека сильно влияют заболевания центральной нервной системы. Прежде всего, потеря сознания при сотрясении мозга ведет, конечно, к потере периферической чувствительности, падающей до нуля. После возвращения сознания чувствительность ночного зрения увеличивается выше нормы в течение нескольких дней, а затем уменьшается до нормы.

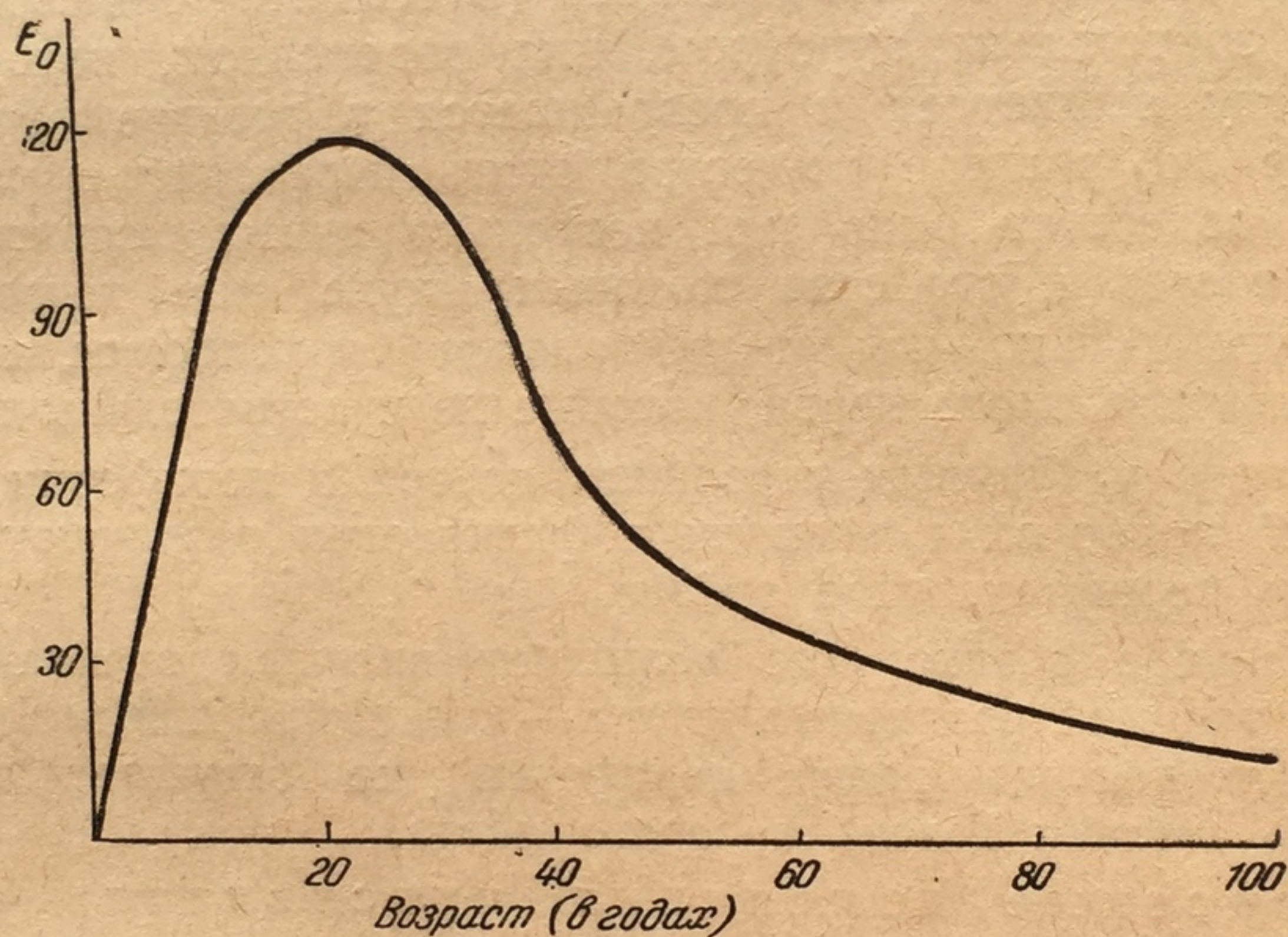


Рис. 33. Кривая изменения чувствительности периферического зрения с возрастом (по Лазареву)

Особенно интересно, что умственно-отсталые дети (имбециллы) дают характерную, отличную от нормальных детей, кривую адаптации к темноте; сама величина периферической чувствительности их глаз очень низка. Здесь опять выявляется взаимосвязь глаза и коры мозга. Воспаление мозга (энцефалит) также сильно изменяет кривую темновой адаптации. При воспалении почек, сахарной болезни периферическая чувствительность резко понижается.

Введение инсулина (возбуждающего парасимпатическую систему) дает огромное повышение чувствительности периферического зрения.

Особенно резкое действие на периферическую чувствительность глаза производит недостаток кислорода во вдыхаемом воздухе. С подъемом на высоту у летчиков наблюдается уже понижение периферической чувствительности, тогда как остальные физиологические функции организма еще не изменяются. Чем выше поднимается летчик, тем меньше кислорода



в окружающем воздухе и тем меньше его периферическая (ночная) чувствительность зрения.

Цветное зрение. Белый свет солнечного луча, пройдя через стеклянную призму, расщепляется на инфракрасный, красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый и ультрафиолетовый. Глаз ощущает все цвета, кроме крайних — инфракрасных и ультрафиолетовых — при обычных условиях видения, но глаз, лишенный хрусталика, видит и ультрафиолетовые лучи.

Черный цвет не является особым цветом, как думал Гете, а просто есть отсутствие света; те предметы кажутся нам черными, которые полностью поглощают все цвета солнечного света. Зеленый лист растения поглощает все цвета спектра, но отражает непоглощенный зеленый и т. д.

В то время как палочки содержат одно светочувствительное вещество, колбочки содержат, по теориям Геринга и Гельмгольца, три светочувствительных вещества: одно — чувствительное преимущественно к красному цвету, второе — к зеленому и третье — к фиолетовому цвету. Извлечь эти вещества из колбочек в чистом виде не удалось, поэтому эти вещества остаются гипотетическими.

Каждый цвет спектра может обладать различной степенью насыщенности, отличаемой глазом. Так, апельсин и лимон — желтого цвета, но первый имеет более насыщенную желтую окраску, чем лимон.

Для того чтобы получить белый цвет из отдельных спектральных цветов, нужно смешивать не все цвета солнечного спектра, а только два из них. Цвета, которые при смешении дают ощущение белого цвета, называются «дополнительными». Например, зеленый и пурпурный, желтый и синий, оранжевый и голубой, красный и голубовато-зеленый. Смешение цветов производится не смешением красок, а особыми аппаратами — смесителями, например, вращающийся диск имеет сектора, окрашенные в дополнительные цвета; при быстром вращении диска глаз зрителя получает ощущение беловато-серого цвета.

Замечательно, что при освещении одного глаза желтым светом, а другого — синим Гехту удалось получить серовато-белое ощущение, т. е. смешение цветов происходит не в сетчатке глаза, а в головном мозгу.

Попадают люди, которые не отличают красный цвет от зеленого, — это так называемые дальтоники; некоторые не видят фиолетовый цвет и, наконец, полностью цветнослепые, видящие весь мир окрашенным в темносерый цвет. Цветовая слепота может быть или наследственной и тогда является неизлечимой, или осложнением после черепных сотрясений и ранений. Даже среди художников встречаются лица с цветной слепотой.



Спорным является решение вопроса — в каком возрасте начинают различать дети цвета и какие именно.

В 1943 г. Смит<sup>1</sup>, исследовав цветные пороги у людей (199 чел.) различного возраста, нашел, что максимум чувствительности к желтому, зеленому, пурпурному, красному и синему цветам падает на 25-летний возраст (рис. 34), т. е. совпадает по возрасту с максимумами для периферического (папочкового) зрения и электрической чувствительности глаза.

Методом условных рефлексов Красногорский выяснил, что уже с 6-го месяца жизни дети различают все цвета (окрашен-

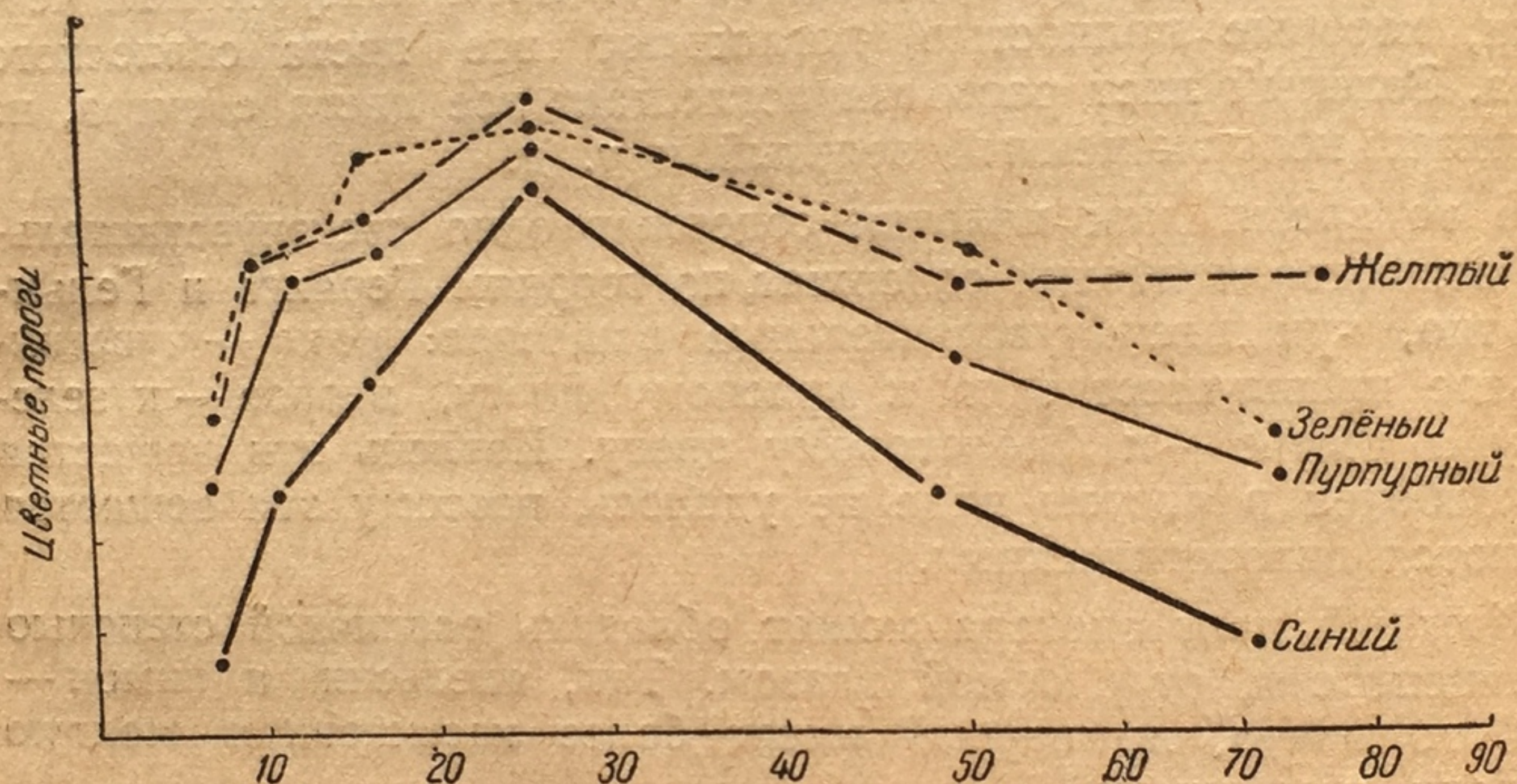
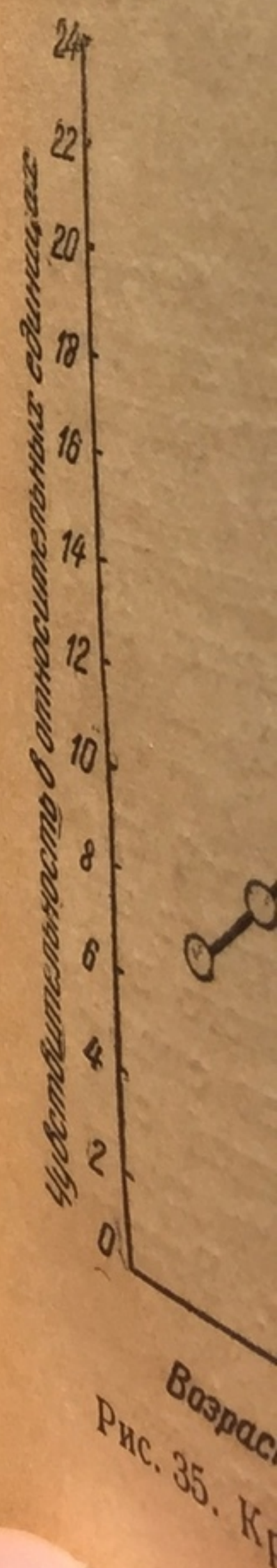


Рис. 34. Кривая изменения чувствительности цветного зрения с возрастом

ные бутылочки с молоком). Но против всех опытов по исследованию цветных ощущений у детей можно привести возражение, что дети отличают не самые цвета, а яркости освещения.

Если положить под одним и тем же освещением два кружка: один, окрашенный в желтый, а другой — в синий цвет, то для человека, совершенно слепого на цвета, будет существовать различие между двумя кругами не по цветности, а по яркости их освещенности, так как синий цвет поглотит больше белого света (электрической лампочки) и отразит его меньше, чем соответственно желтый круг. Последний будет казаться более освещенным, чем синий круг. Описаны случаи неожиданного нахождения среди машинистов пассажирских поездов со стажем в 25 лет и не имевших ни одной аварии дальтони-ков, т. е. не отличающих красного цвета от зеленого как цветов, зеленые же и красные сигналы на железнодорожных путях

<sup>1</sup> Henry Cley Smith, Age differences in color discrimination. Journal of general Psychology. 1943, vol. 29, p. 191—226.





они отличали по их яркости. В то время как работа палочек глаза начинается от рождения, колбочки начинают функционировать полностью к началу 3-го года жизни ребенка.

Особенно важно отметить, что вегетативная нервная система имеет большое влияние на палочковое и колбочковое зрение. Так, адреналин, сильно возбуждающий симпатическую нервную систему, введенный под глаз, вызывает повышение чувствительности к зелено-синим лучам и понижение к оранжево-красным.

Электрическая чувствительность глаза и ее изменения с возрастом. Если раздражать слабым электрическим током непосредственно глаз, приставив один электрод к закрытому глазу, а другой — к виску или другой части тела, то в момент замыкания и размыкания тока в глазу появляется «фосфен» — белое свечение. Изучая пороги электрической чувствительности глаза, Богословский нашел, что она закономерным образом изменяется с возрастом. Верхутина в 1945 г. (из лаборатории Ефимова) произвела измерения (больше 430 человек) по определению электрической чувствительности глаза у детей, подростков, студентов, взрослых и стариков; она нашла, что у детей и подростков электрическая чувствительность глаза с возрастом быстро растет и достигает к 20—25 годам максимума (как и чувствительность периферического зрения), затем к старости медленно уменьшается (рис. 35).

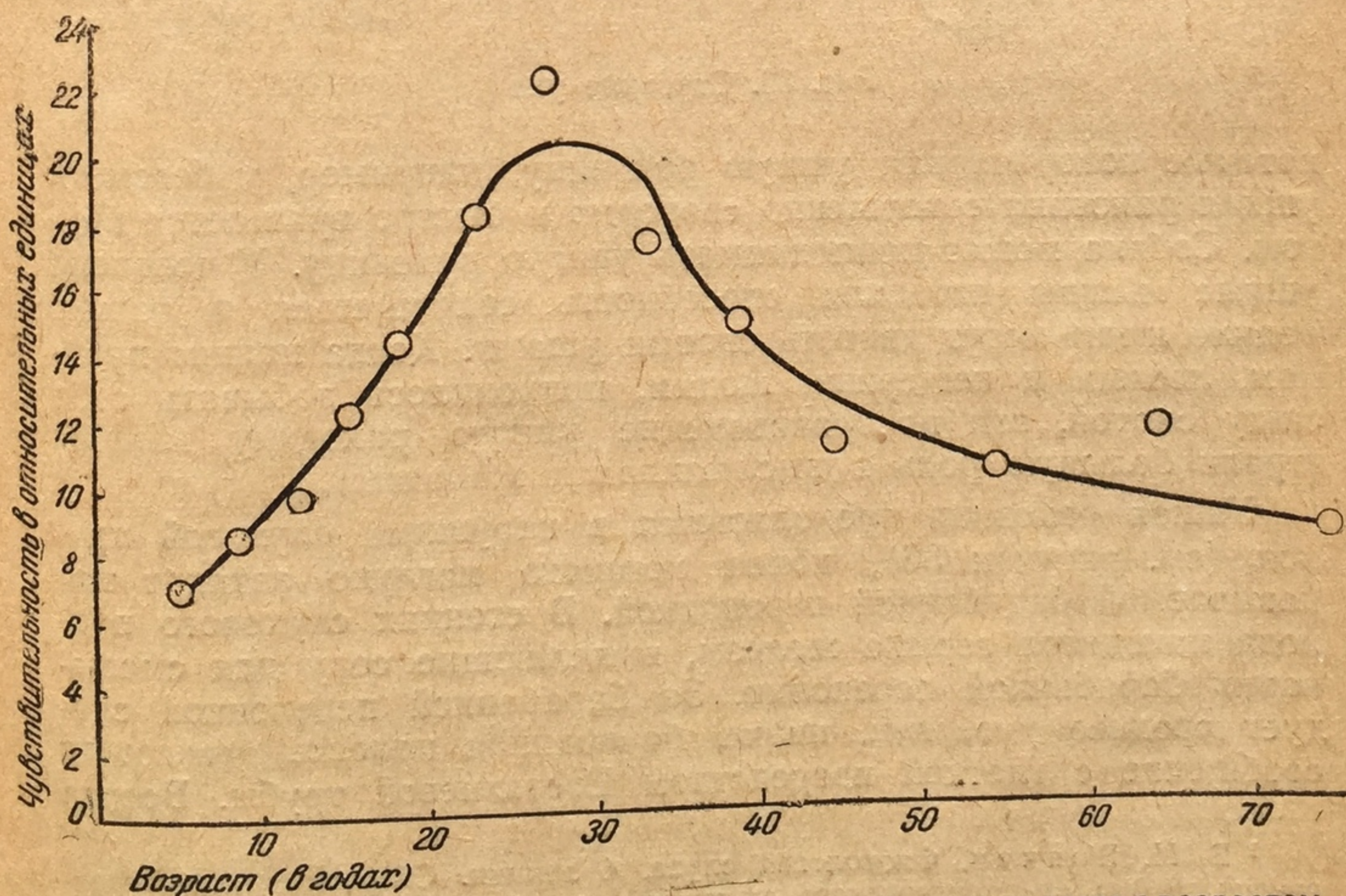


Рис. 35. Кривая изменений электрической чувствительности глаза с возрастом (по Верхутиной)



Строение уха. Слух. Все строение глаза, которое было описано выше, приспособлено к тому, чтобы улавливать световые волны ничтожно малой длины. Строение уха<sup>1</sup> приспособлено к тому, чтобы улавливать звуковые волны, происходящие от сжатия и расширения слоев воздуха. Мы имеем большую ушную раковину, которая благодаря своему загибу улавливает звуковые волны, идущие со всех сторон. Но, чтобы хорошо слышать, мы принуждены поворачивать голову по направлению к раздающемуся звуку; у животных имеются мышцы,

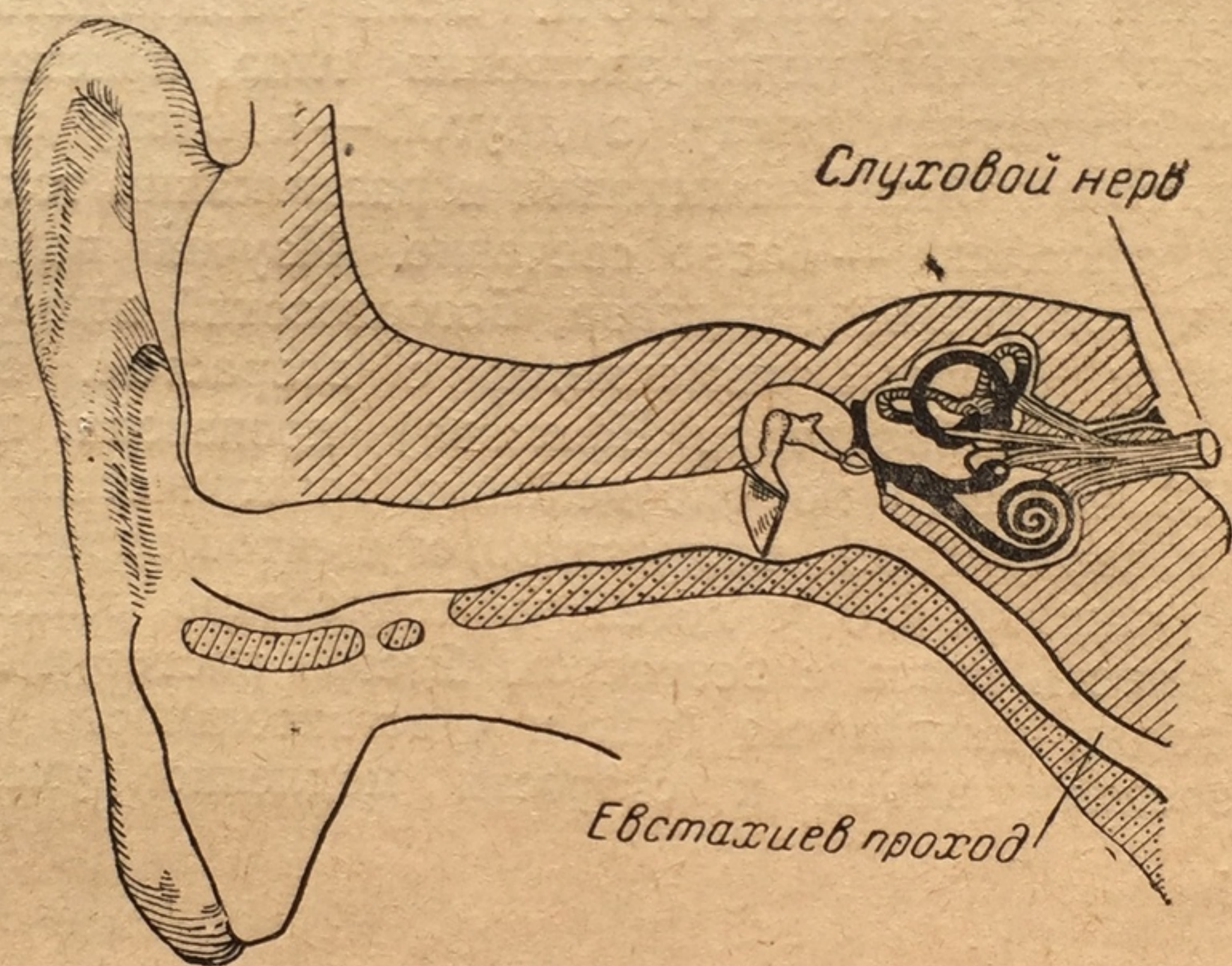


Рис. 36. Строение уха

которые поворачивают ушную раковину, например, у бегемота ушная раковина совершенно свободно и быстро вращается кругом. Собака может приподнимать ушную раковину. У человека ушные мышцы потеряли способность сокращаться и только редкие люди могут двигать своими ушами. Когда нашим предкам, лесным и пещерным людям, приходилось добывать себе пищу охотой, эти поворачивающие ушную раковину мышцы играли большую роль в выслеживании животных.

Ушная раковина продолжается в наружный слуховой проход (см. рисунок 36), конец которого наглухо затянут так называемой барабанной перепонкой. В стенках слухового прохода находятся серные железы, выделяющие серу для смазывания барабанной перепонки. За барабанной перепонкой следует среднее ухо, или, иначе, барабанная полость, имеющая сообщение с глоткой посредством Евстахиевой трубы. Всегда

<sup>1</sup> В. И. Воячек, Физиология слуха. 4 лекции. Сборник трудов Ленинградского научно-практического института по болезням уха, носа, горла и речи, т. III, ОГИЗ, 1935.



советуют при громких звуках (например, пушечном выстреле) открывать рот; это делается для того, чтобы сильные звуковые волны, получающиеся от выстрела, ударились одновременно о барабанную перепонку с двух ее сторон: со стороны среднего уха и слухового прохода, иначе воздушные волны могут разорвать барабанную перепонку.

Сейчас же за барабанной перепонкой в среднем ухе находятся три «слуховых» косточки — молот, наковальня и стремя. Эти три косточки двигаются как одно целое. Когда от давления воздушной волны барабанная перепонка вдавливаются внутрь, то с нею вместе отходит рукоятка молоточка, а вместе с ней и две остальные косточки. Барабанная перепонка и слуховые косточки служат для того, чтобы превратить воздушные колебания с малым давлением и большой амплитудой в колебания лабиринтной жидкости (см. дальше) уже с большим давлением, но малой амплитудой. Воздушная звуковая волна переходит в водную звуковую волну лабиринта; давление, развиваемое воздушной волной, в 58 раз меньше, чем в воде, а амплитуда, наоборот, — в 58 раз больше. Без косточек звук ослабевал бы в 58 раз. Надо еще прибавить, что к слуховым косточкам прикрепляются две мышцы, которые, сокращаясь, не позволяют косточкам производить больших движений при слишком сильных звуках. Дальше можно отличить «внутреннее» ухо, лежащее в каменистой части височной кости. Полость внутреннего уха называется «лабиринтом». Лабиринт, как показывает название, состоит из сложной системы полостей, сообщающихся между собою. К костным стенкам лабиринта подвешан мешок, стенки которого отделены жидкостью от стенок полости лабиринта. Лабиринт разделяется на три части: 1) преддверие лабиринта, 2) полукружные каналы и 3) улитку. Внутреннее ухо имеет два окна — овальное и круглое, затянутые перепонкой. Когда слуховые косточки приходят в движение от толчков барабанной перепонки, то стремя, плотно сращенное с перепонкой овального окна, надавливает на эту перепонку, которая, прогибаясь во внутреннее ухо, давит, в свою очередь, на жидкость. Так как жидкость никуда не может уйти из лабиринта, то она давит на другое, круглое окно, перепонка которого выпячивается, наоборот, в среднее ухо. Вся жидкость в лабиринте, приходя в движение, движется также и в улитке, отличающейся своеобразным строением. Необходимо отметить, что разрыв барабанной перепонки значительно уменьшает, но не разрушает звуковое восприятие, так же как и повреждение самой улитки (Воячек).

Улитка образует спиральный завиток в  $2\frac{1}{2}$  хода. При поперечном разрезе видно, что поперек хода натянута «основная» перепонка, разделяющая ход на две полости: верхнюю, сооб-



шающуюся с преддверием лабиринта, и нижнюю, сообщающуюся с круглым окошком. Самым важным и тонким образованием в улитке является натянутая на перегородке «основная» перепонка, состоящая из множества тончайших волоконцев различной длины, натянутых подобно струнам арфы или рояля. Кроме того, имеются еще слуховые клетки с приходящими к ним волокнами слухового нерва. Колебания жидкости передаются волокнам различной длины и далее слуховым клеткам, в которых происходит раздражение окончаний слухового нерва.

Изменение слуха с возрастом. Пороги слышимости изменяются закономерно с возрастом. Наибольшая чувствительность, т. е. наименьший порог остроты слуха, наблюдается

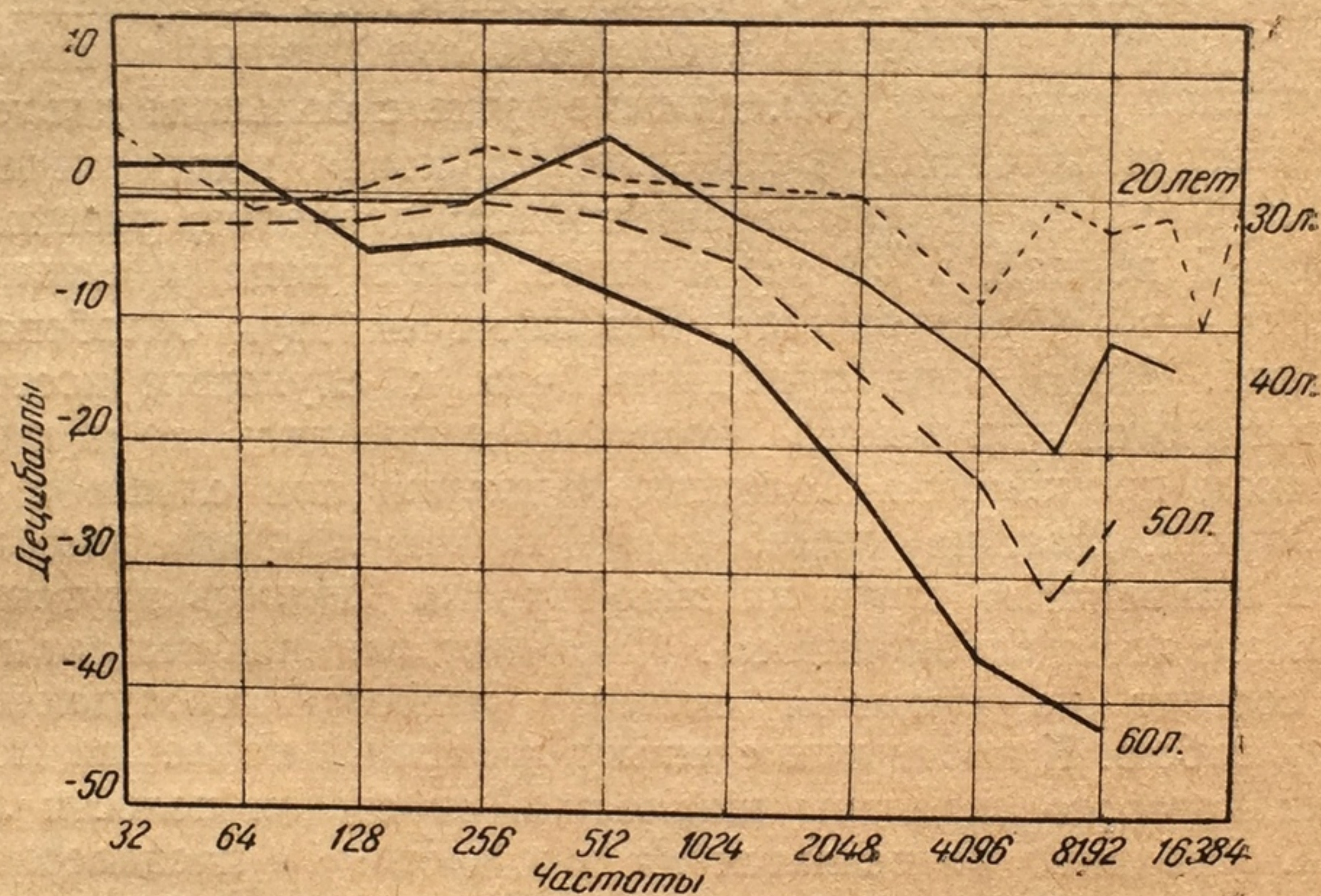


Рис. 37. Изменение слуха с возрастом.

в 14—19 лет. С возрастом чувствительность слуха к высоким тонам выше 1000 герц (герц — частота колебаний в секунду) понижается (см. рис. 37). По данным Покрываловой (1941 г.), наибольшая острота слуха обнаруживается до 40 лет в области частот в 3000 герц; в более старшем возрасте (40—59 лет) наибольшая острота уже обнаруживается при 2000 герц; старые люди показывают наибольшую остроту слуха уже только при 1000 герц (рис. 37).

У детей верхний предел слышимости достигает 32 000 герц. У пожилых людей общее понижение чувствительности спускается ниже 15 000 герц. Старики не слышат стрекотание кузнечиков, цикад, сверчков и звуки свистков. Интересно, что собака имеет более тонкий слух, чем человек, она может слышать звуки высотой до 38 000 герц.



Функции вестибулярного аппарата. Когда человек поднимается с равномерной скоростью на лифте, то он, закрыв глаза, не чувствует самого движения, но как только ускорится движение лифта или он остановится, так человек, несмотря на закрытые глаза, почувствует перемену движения своего тела. Равномерное, даже быстрое движение человека в темноте вокруг продольной оси не ощущается им. Интересно наблюдать, как человек, заключенный во вращающуюся камеру (Линка), не ощущает того, что он быстро вращается вместе с камерой и только по приборам, находящимся в камере, он узнает о своем быстром, но равномерном вращении.

Стоит только резко ускорить или затормозить такое вращение, как сейчас же возникает ощущение изменения скорости движения. В таком ощущении ускорения главную роль играет вестибулярный аппарат, чему также помогают глаза, кожа и мышцы. У глухонемых чувствительность к ощущению движений и положению своего тела резко понижена. Если вырезать на двух сторонах у животного вестибулярный аппарат, то появляются очень сильные и ясные двигательные расстройства, которые затем сглаживаются, благодаря работе глаз, но в темноте эти двигательные расстройства опять полностью проявляются.

Вестибулярный аппарат<sup>1</sup> состоит из 3 полукружных каналов, расположенных перпендикулярно друг к другу (подобно осям координат в геометрии), и оттолитового аппарата, состоящего из 2 перепончатых мешочков — саккулюса и утрикулюса. Каждый полукружный канал имеет на своем конце расширение — ампулу, где находится выступ — гребешок; в последнем и заключается воспринимающий орган в виде чувствующих клеток с волосками на их поверхности, расположенными на слое опорных клеток.

Особая студенистая жидкость покрывает волоски. При вращательном замедлении или ускорении эндолимфа, заполняющая внутренность полукружных каналов, смещается в силу инерции в сторону движения и отклоняет волоски из их положения, что и воспринимается, в конечном счете, чувствительными окончаниями нерва в чувствующих клетках.

Оттолитовый же аппарат воспринимает ускорения и замедления прямолинейного движения, качку, тряску, изменения положения головы, и в нем, подобно полукружным каналам, находятся также чувствительные клетки с волосками, погруженными в студенистую массу, где находятся кристаллики (фосфорно-углекислого кальция) — оттолиты. Раздражающим моментом для оттолитового аппарата является натяжение и надавливание оттолитов на волоски чувствительных клеток.

<sup>1</sup> А. А. Андреев, Физиология органов чувств, М., 1941, изд. МГУ, 182 стр.



Если человека быстро вращать в одну сторону, а затем внезапно прекратить вращение, то появляется так называемый «нистагм» глаз, т. е. быстрое их подергивание в противоположную от направления вращения сторону в продолжение 25—80 сек. Кроме того, наблюдаются подергивания мышц туловища и расстройство точности движений (промахивание рукой при попытке дотронуться до избранного предмета).

При сильном раздражении вестибулярного аппарата у многих людей можно наблюдать морскую болезнь (тошноту, рвоту, замедление сердцебиения, пот). Так как вестибулярный аппарат играет большую роль в летном искусстве, то у кандидатов-летчиков проверяется возбудимость вестибулярного аппарата на качелях и на вращающемся кресле. Если появляется сильная рвота, то такой юноша не годится для обучения летному искусству.

У новорожденного еще нет навыка приспособлять положение своего тела к внешней среде, он тратит много времени и сил на то, чтобы держать головку, затем сидеть и особенно стоять. Для таких статических положений тела необходима согласованная работа многих мышц, нервной системы, вестибулярного аппарата и зрения. Магнус, де-Клейн и Родемакер нашли многочисленные рефлексы так называемого тонического характера, имеющие центры в среднем мозгу<sup>1</sup>. У новорожденных также наблюдается при вращении нистагм глаз, сопровождающийся движением всей головы (во время вращения в противоположную сторону, а по прекращении вращения—в сторону вращения). У недоносков такого рефлекса часто не бывает.

Наружное ухо ребенка отличается очень коротким слуховым проходом и узостью; стенки его почти соприкасаются в первые 2—3 месяца его жизни и имеют много сальных желез. Барабанная перепонка сравнительно толста, причем барабанная полость наполнена слизистой жидкостью, поэтому в первые дни рождения ребенок не слышит тихих звуков.

Внутреннее ухо человека замечательно тем, что с возрастом оно не растет. Величина внутреннего костного уха человека почти не изменяется с возрастом (Туркевич)<sup>1</sup>. Размеры лабиринта новорожденного и взрослого мало отличаются, т. е. лабиринт почти не увеличивается с возрастом. Если бы размеры улитки увеличивались с возрастом, то это вызвало бы резкое изменение восприятия высоты тонов с возрастом, но такого явления не наблюдается (Ржевкин)<sup>2</sup>.

Преддверие лабиринта с возрастом немного увеличивается

<sup>1</sup> Б. Г. Туркевич, Возрастные и половые особенности анатомического строения костного внутреннего уха человека. Труды IV Всесоюзного съезда зоологов, анатомов и гистологов, Киев, 1930.

<sup>2</sup> С. И. Ржевкин, Слух и речь в свете современных физических исследований. ОНТИ НКТП СССР. М., 1936, 2-е изд., 307 стр.



в длину и ширину, в то же время уплощаясь. Окно преддверия остается неизменным. Полукружные каналы не меняются. Число завитков улитки, т. е.  $2\frac{1}{2}$  оборота, также не изменяется в зависимости от пола и возраста.

Вестибулярный аппарат чувствителен с первых дней рождения, потому что укачивания ребенка, влекущие его засыпание, уже раздражают его вестибулярный аппарат.

Из опытов с детьми оказалось, что вестибулярный аппарат у них более чувствителен, чем у взрослых. Грудные младенцы не страдают морской болезнью, что может зависеть от малого развития их парасимпатической нервной системы.

**Кожная чувствительность.** Кожа несет одновременно несколько функций: защитную, терморегуляционную и органа чувств; причем кожа, в отличие от других органов, имеет 4 специфических ощущения. Так, в коже найдены холодовые и тепловые точки, воспринимающие холод и тепло, болевые точки и тактильные. Тактильное ощущение, в свою очередь, может быть подразделено на ощущение прикосновения (например, волоском) и ощущение давления. Кроме того, отличают также вибрационное ощущение. Раньше все эти виды кожной чувствительности не разделяли, а объединяли под общим названием о с я з а н и я.

Количество чувствующих точек для различных видов кожной чувствительности неодинаково, и расположены эти точки на поверхности кожи неравномерно. На одном квадратном сантиметре кожи имеется 12—13 холодовых и только 1—2 тепловых точки, 100—200 болевых (на тыле руки), 25 точек давления. Кончики пальцев, кончик языка, ладонь кисти, подошва ног особенно много имеют тактильных точек.

Во всех этих точках находятся особые аппараты для восприятия ощущений. Так, тактильные ощущения воспринимают особые тельца Мейснера, состоящие из капсулы с входящими в нее нервами, тельца Меркеля, осязательные тельца Гранди и т. п. (рис. 38 на стр. 204).

Но болевые ощущения воспринимаются, возможно, свободными нервными окончаниями. Имеются факты, показывающие, что каждая точка может воспринимать раздражение как боль, если раздражение, усиливаясь, переходит определенную границу.

Кожная чувствительность играет громадную роль в жизни ребенка и тем большую, чем моложе ребенок. Грудной ребенок имеет множество кожных рефлексов, которые позволяют ему общаться и реагировать на раздражения внешнего мира.

Прикосновение к губам, языку ребенка быстро вызывает сосательные движения. При поглаживании щеки ребенок поворачивает голову в сторону раздражителя. Сосательный рефлекс обычно исчезает к концу первого года у здорового ребенка, но рефлекс этот может опять появиться при заболевании мозга или во сне, когда нет торможения этого рефлекса корой мозга.



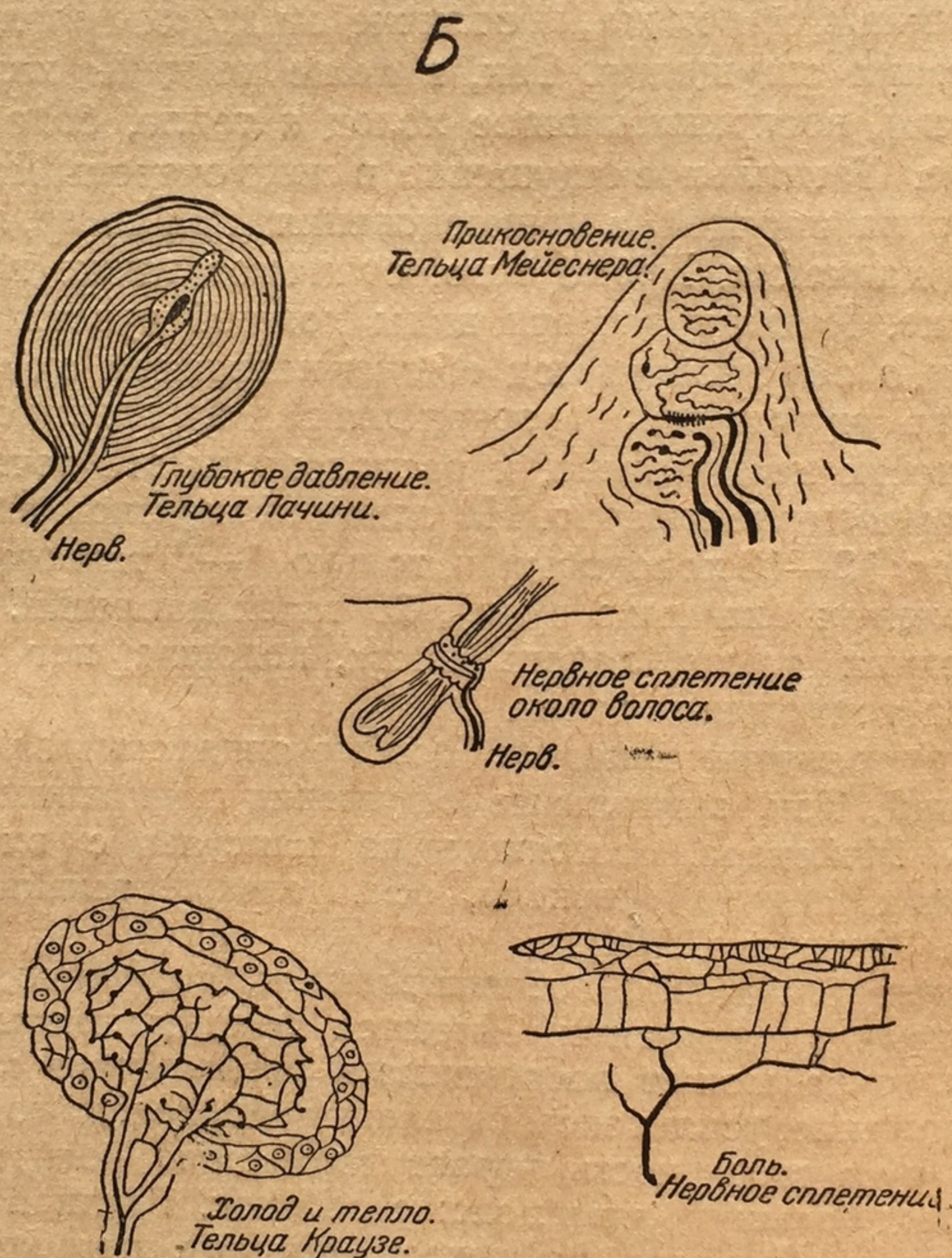


Рис. 38. А—внутреннее ухо. Б—кожа как орган чувств

Вообще необхо-  
димо для рани-  
мых и у детей  
и подошвы ног; ес-  
ли рефлекторное  
сильное, что ребен-  
ок его хваткой  
Особенно мно-  
го при поглаживани-  
и пальца (рис. 39)  
большой палец ст-  
ном направлении  
неразвитых пирам-  
При поглажив-  
ного ребенка  
дугой.  
При раздраж-  
чешут место раз-  
обычное для вз-  
недоступно новор-  
ся только со вто-  
Костная п-  
ка. Вибраци-  
делом слышимос-  
веческим ухом д-  
ся 32 герца и для  
Если взять боль-  
16 колебаний в  
бания не слышн-  
стоит только по-  
ощущение звука  
тона передаются  
Вибрации —  
секунду воспри-  
мер, кончиками  
ловека, благода-  
нахождению м-  
вибрации предм-  
хонемых кончи-  
циям. Имеются  
кончиками паль-  
вибрациям осо-  
бочно, как и  
амплитуды, сил-  
дать приятные,  
переносимые о-



Вообще необходимо отметить, что некоторые рефлексy, нормальные для раннего возраста, для более старшего возраста в большинстве случаев являются патологическими. У новорожденных и у детей до 4-го месяца очень чувствительны ладони и подошвы ног; если прикоснуться палкой к ладони, то происходит рефлексорное охватывание палки пальцами кисти настолько сильное, что ребенка можно поднять на воздух, пользуясь только этой его хваткой.

Особенно много изучался кожный рефлекс Бабинского; при поглаживании подошвы происходит сгибание большого пальца (рис. 39). В грудном возрасте большой палец стопы сгибается в тыльном направлении, что зависит от еще неразвитых пирамидных путей.

При поглаживании по спинке грудного ребенка последний выгибается дугой.

При раздражении кожи взрослые чешут место раздражения, но это столь обычное для взрослых движение еще недоступно новорожденному и появляется только со второго месяца жизни.

Костная проводимость звука. Вибрационное чувство. Пределом слышимости высоты тонов человеческого ухом для низких тонов является 32 герца и для высоких 16 000—20 000. Если взять большой камертон, дающий 16 колебаний в секунду, то его колебания не слышны для уха человека. Но стоит только поставить камертон на голову, как появляется ощущение звука, благодаря тому, что колебания ножек камертона передаются по костям черепа во внутреннее ухо.

Вибрации — звучание — предметов с частотой 2—10 раз в секунду воспринимаются хорошо только нашей кожей, например, кончиками наших пальцев. Вообще кончики пальцев человека, благодаря окончанию в них чувствительного нерва и нахождению мейснеровских телец, воспринимают дрожание, вибрации предметов лучше, чем остальная часть кожи. У глухонемых кончики пальцев особенно чувствительны к вибрациям. Имеются даже попытки дать возможность глухонемым кончиками пальцев «слушать» музыкальные произведения по вибрациям особых пластинок. Ощущения вибраций зависят, конечно, как и всякое звучание, от частоты колебаний и от их амплитуды, силы. Сочетание частоты и силы колебания может дать приятные, безразличные и неприятные, болезненные и непереносимые ощущения. С возрастом вибрационное чувство

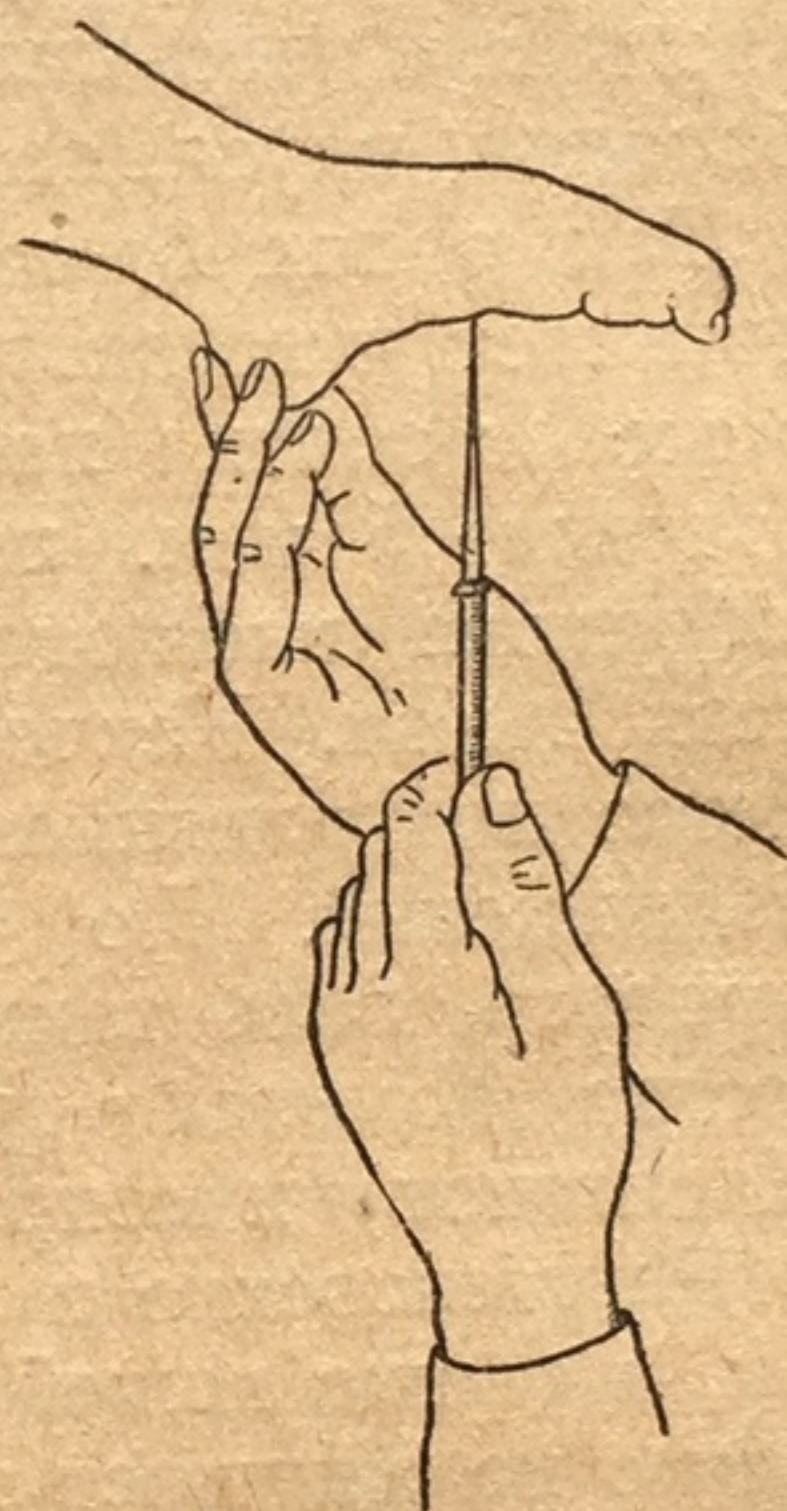


Рис. 39. Рефлекс Бабинского



снижается — наилучшее в молодом возрасте, после 50 лет оно расстраивается<sup>1</sup>.

Взаимосвязь всех органов чувств в их работе. Зависимость световой и цветовой чувствительности глаза от побочных раздражителей. Как показали опыты Кравкова, Семеновской и Вишневецкого, от громких звуков световая чувствительность сумеречного зрения, как правило, снижается, а цветного зрения, наоборот, повышается. Электрическая чувствительность повышается при слабых и средних по силе звуках, но от громких звуков, наоборот, снижается. Но, кроме звуковых раздражений, на световую чувствительность сильно влияют раздражения других органов — обоняния, вкуса, осязания, тепла, мышечного чувства и др.

Так, запах бергамотового масла и пиридина, по Макарову, повышает чувствительность ночного зрения; Кекчеев наблюдал то же от запаха нашатырного спирта. При держании на языке в течение 5 мин. поваренной соли, сахара, лимонной кислоты Добрякова наблюдала ухудшение электрической чувствительности глаза. Кекчеев заметил, что сумеречное зрение изменяется под влиянием температурных и мускульно-двигательных раздражений. По наблюдениям Лебединского, Загорулько и Турцаева, боль также повышает ночное зрение. Пахучие вещества изменяют чувствительность вестибулярного аппарата (Харитонов) и сопротивление кожи электрическому току.

Рентгеновские и ультрафиолетовые лучи не ощущаются глазом, а также кожей человека, во всяком случае человек сознательно не ощущает этих коротких невидимых лучей, между тем действие их на кожу сейчас же изменяет чувствительность ночного зрения. Звуки с частотой 24 000 герц, не ощущаемые ухом человека, изменяют чувствительность периферического (ночного) зрения.

Взаимодействия органов чувств зависят от того, что они связаны друг с другом нервной системой.

Одним из наиболее простых и вместе показательных опытов по действию органа зрения на слух является следующий: берут аккорд на рояли (или пианино), нажав правую педаль так, чтобы звуки длились, и во время звучания этого аккорда зажигают и тушат электрический свет. При каждом зажигании слушателю кажется, что звуки повышаются, а при тушении, наоборот, понижаются. Получается впечатление, что аккорд то повышается, то понижается. Великие музыканты опытом и интуицией пришли к этому выводу. Так, великий русский композитор Скрябин каждому звуку приписывал свой цвет, а в своих последних партитурах давал указание осветить сразу ярчайшим светом зал при исполнении оркестром определенной части своего сим-

<sup>1</sup> Е. Ц. Андреева-Галанина, Вибрации, их гигиеническое значение и меры борьбы с ними. Л., 1940, 218 стр.



фонического произведения. Немецкий композитор Рихард Вагнер писал свои ноты различными цветными чернилами.

Интересно отметить, что великий русский писатель А. П. Чехов в своем рассказе «Дома» пишет о маленьком мальчике: «При внимательном наблюдении, взрослому Сережа мог показаться ненормальным. Он находил возможным и разумным рисовать людей выше домов, передавать карандашом, кроме предметов, и свои ощущения. Так, звуки оркестра он изображал в виде сферических, дымчатых пятен, свист—в виде спиральной нити... В его понятии звук тесно соприкасался с формой и цветом, так что, раскрашивая буквы, он всякий раз неизменно звук Л красил в желтый цвет, М—в красный, А—в черный и т. д.».

Влияние зрения на возбудимость нервно-мышечной системы. Открытие глаз резко меняет у щенят функциональные свойства скелетных мышц: вдвое уменьшается длительность одиночного сокращения (А. М. Рябиновская), укорачивается хронаксия и исчезает гетерохронизм (различие в величинах хронаксии) между нервом и мышцей (И. А. Аршавский и В. Д. Розанова)<sup>1</sup>. Лабильность<sup>2</sup> также повышается, но далеко не достигает величины, наблюдаемой у взрослых животных; так, у щенят от 15 дней до 2 мес. лабильность колеблется от 15 до 30 перерывов в секунду. Пороги раздражения также значительно снижаются у зрячих, но скорость сокращения мышц еще мала. Не получается мышечного расслабления при большой силе и частоте. Тип сокращения в этом возрасте, до 1,5 мес., — переходный от тонического к тетаническому (Аршавский). Лабильность, характерная для взрослых животных, устанавливается у детенышей к 1,5—2 мес. при оформлении локомоций движений. Физкультурные занятия детей должны проводиться при ярком освещении.

Влияние музыки на работу наших мышц. Полукружные каналы производят большое влияние на наши мышцы, увеличивая их тонус, напряжение. При музыке, т. е. ритмических колебаниях жидкости в улитке, нервные окончания возбуждаются также ритмически и посылают возбуждения к мышцам, которые приходят в повышенное напряжение; даже утомительная работа производится при этом с меньшим усилением. Отсюда облегчение, чувствуемое марширующими людьми, когда они идут под музыку марша. Дети особенно любят ритмическую музыку за ее физиологически благоприятное действие на их организм.

<sup>1</sup> В. Д. Розанова, Лабильность скелетной мускулатуры в онтогенезе. Физиологический журнал СССР, 1938, т. XXV, в. 4, 403—417.

<sup>2</sup> Лабильность—подвижность нервной системы, способность отвечать на быстро следующие друг за другом раздражения. Чем больше частота раздражений, на которую может отвечать нервная система, тем больше лабильность и тем выше по своей организации возбудимая ткань.



## Глава XII. ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ У ЖИВОТНЫХ И РЕБЕНКА

*Все в разуме избирательно, условно,  
изменчиво.*

*Все в разуме обобщающе.*

*Все в разуме — результат опыта, вы-  
учки.*

*Все в инстинкте слепо, необходимо.*

*Все в инстинкте специально.*

*Все в инстинкте врожденно, бобр  
строит, не учившись этому.*

Флуранс

Учение об условных рефлексах и его значи-  
мость для психогигиены и педагогики (объектив-  
ная психология). Учение об условных рефлексах, или о высшей  
нервной деятельности, основанное и развитое великим русским  
физиологом Павловым и выдающимся русским психиатром  
Бехтеревым, дает точный объективный метод изучения пове-  
дения животных, и в этом заключается его громадная научная  
ценность для зоопсихологии. В сущности, зоопсихология заме-  
нена в основном учением о высшей нервной деятельности  
животных.

Учениками Павлова Красногорским и Ивановым-Смоленским  
было проделано значительное количество исследований по при-  
ложению методики условных рефлексов и к человеку, особенно  
к детям ранних возрастов. Проведенные ими опыты и выводы  
из них вначале заполнили большинство учебников психологии,  
психиатрии и педагогики. Ставились попытки сделать их  
основой психологических и педагогических исследований и даже  
практических выводов в смысле введения в процесс школь-  
ного обучения выработки условных рефлексов.

Затем к этим исследованиям стали относиться более крити-  
чески, но все-таки в учебниках психологии остались целые стра-  
ницы, посвященные описанию условных рефлексов, но без вся-  
кого указания, какое же действительное значение они имеют и  
могут иметь для психологии. Являются ли они какой-то частью  
психологии и какой именно? Если условные рефлексы представ-  
ляют собой базу, на основе которой развилось сознание, то  
возникает вопрос: когда произошел этот скачок в развитии?  
В доисторическую эпоху ли становления человека или и теперь



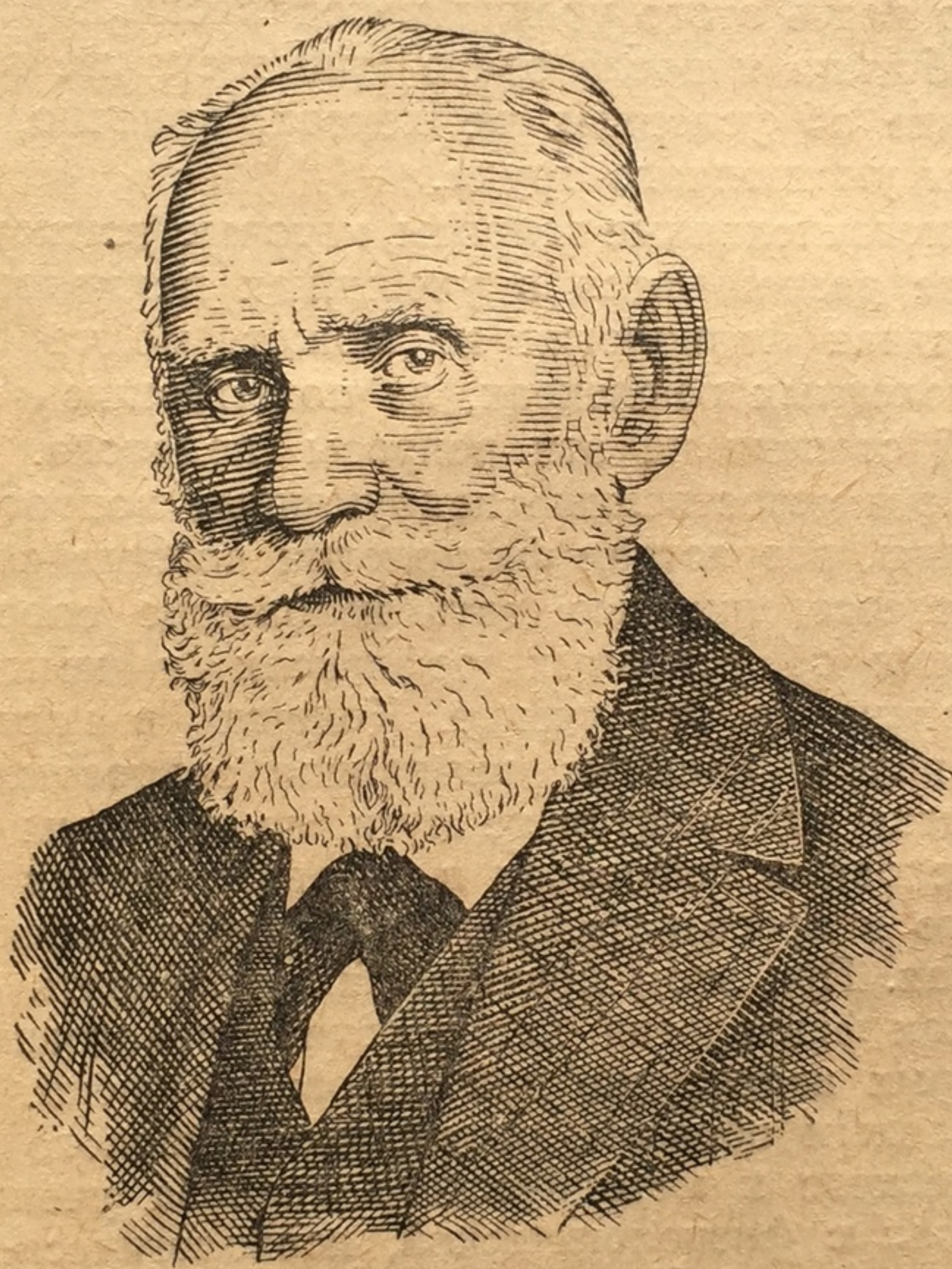


Рис. 40. Академик И. П. Павлов



ребенок проходит эту стадию развития в первые годы своей жизни? И, наконец, психология как наука о сознании может ли быть заменена учением о высшей нервной деятельности человека? — Вот вопросы, которые невольно встают у читателей этих учебников и особенно у педагогов. Педагогу крайне важно знать, в какой степени условные рефлексы могут иметь значение при обучении и воспитании; насколько могут быть использованы уже полученные данные по изучению условных рефлексов у детей для педагогической теории и практики; все ли какая-то часть этого учения методически порочна и должна быть переработана и после этого применена на практике педагогом? Учение об условных рефлексах, конечно, важно и для психогигиены умственного труда.

Вот те многочисленные вопросы, которые встают у педагогов, и которые не разрешаются в учебниках психологии и педагогики. Возрастная физиология не может молча пройти мимо учения об условных рефлексах, не попытавшись ответить хотя бы в слабой степени на эти вопросы педагога. Но, пытаясь ответить на эти естественные недоуменные вопросы педагогики и психогигиены, возрастная физиология должна со всей серьезностью и ответственностью дать изложение современного состояния учения об условных рефлексах и критики, которая была направлена на это учение. Конечно, в настоящее время это только первая попытка, вызванная запросами педагогики. В этой попытке намечаются те пути, по которым может пойти учение об условных рефлексах в его приложении к выяснению сознательного и бессознательного поведения ребенка в различных возрастах. При этом приходится затрагивать столь обширные науки как физиология, психология и педагогика, детальное знание которых недоступно для одного человека. Этим и объясняется, главным образом, отсутствие глубокого и обширного методологического и методического анализа учения об условных рефлексах с физиологической, психологической и педагогической точек зрения. Но для советской возрастной физиологии необходимо выяснить хотя бы часть контуров развития в этом направлении физиологии центральной нервной системы ребенка. Работа головного мозга ребенка в различные его возрасты — вот центральный вопрос, интересующий педагога и врача-гигиениста.

Поэтому, несмотря на всю трудность и сложность такой задачи, эта попытка здесь сделана на базе изучения как самих материалов, так и критики учения об условных рефлексах в их приложении к человеку.

Основные понятия и термины учения об условных (связях) рефлексах. Все основные понятия и термины учения о так называемой высшей нервной деятельности выработаны при опытах только над животными,



главным образом, над собаками. Применение методики условных рефлексов к изучению высшей нервной деятельности человека, в основном—ребенка, не обогатило и не развило словарный язык физиологии, кроме понятия «второй сигнальной системы».

Применение речи, т. е. необычного для физиологии раздражителя, не вызвало углубления и расширения понятий в учении о высшей нервной деятельности, так как физиологи, занимавшиеся по этому методу, тщательно избегали психологии и связанного с последней метода наблюдения и самонаблюдения. Применение условных рефлексов к взрослому, но больному человеку, также не отразилось в сторону глубокого изменения методики и обогащения терминологии.

Поэтому описание основных понятий и терминов учения об условных рефлексах приходится проводить по опытам и методике, применявшимся к изучению поведения животных, главным образом, собак.

Образование условного рефлекса. Сигнальная деятельность больших полушарий. Производя свои фундаментальные работы по изучению деятельности пищеварительных желез, Павлов заметил, что секреция слюны и желудочного сока начинается и происходит не только при непосредственном нахождении у собаки куска пищи в ротовой полости, т. е. прямом раздражении слизистой рта, но и при одном виде чашки, в которой собака несколько раз получала уже пищу, у нее начинает выделяться слюна и желудочный сок. Но если затем взять не чашку, а тарелку для постоянной дачи пищи, то чашка уже не производит никакого действия. Оказалось, что животные связывают какой угодно раздражитель внешнего мира с дачей им пищи, образуют то, что назвал Павлов «условным рефлексом» (Бехтерев — сочетательным рефлексом, Беритов — индивидуально приобретенным рефлексом). Появление чашки есть условие для получения пищи, поэтому Павлов и назвал его условным раздражителем.

История развития учения о безусловных и условных рефлексах дана в книге П. К. Анохина<sup>1</sup>.

Условный рефлекс образуется всегда на базе безусловного, прирожденного рефлекса, но места их образования, локализации, различны. Нервные центры, управляющие условными рефлексами находятся, по Павлову, в головном мозгу. Утенок, только что вылупившийся из яйца, едва обсохнув, начинает хорошо плавать в воде, ему не нужно учиться плавать, так как весь механизм для плавания он получил по наследству. Но утенок «учится», вырабатывает условную связь, когда приучается

<sup>1</sup> П. К. Анохин, От Декарта до Павлова. Медгиз, 1945, Наркомздрав СССР, 109 стр.



прибегать к хозяйке на ее зов для получения пищи. Вылупившийся цыпленок сейчас же начинает клевать зернышки и кусочки земли на основе безусловных наследственных рефлексов, но его мозг устанавливает новую связь между пищей и голосом хозяйки, подзывающей кур одним и тем же сигналом «цып-цып». Если влить в рот собаке соляную кислоту, она сейчас же выбрасывает ее, пользуясь языком, но в то же время на кислотное раздражение стенок ротовой полости выделяется слюна, разбавляющая и нейтрализующая кислоту. Это безусловный оборонительный рефлекс. После нескольких подобных повторных реакций уже одно приближение пробирки с кислотой вызывает оборонительную реакцию с выделением слюны. Но если показывать пробирки несколько раз, не подкрепляя это показывание вливанием соляной кислоты в рот, то образовавшаяся связь между пробиркой и ощущением соляной кислоты во рту расторгнется, произойдет внутреннее торможение. Все сигнализации перестают действовать, если они не подкрепляются дачей пищи. Следовательно, в поведении животных играют громадную роль как постоянные, так и временно образующиеся связи с различными сигналами из внешнего мира, причем последние могут быть чрезвычайно разнообразны. Животное часто образует ту связь, которую экспериментатор и не вырабатывает. Так автор, вырабатывая условный рефлекс у собаки на звук органной трубы, заметил, что слюна начинала выделяться уже при скрипе стула, на который он садился для проведения опыта, но на последующий звук трубы слюна не выделялась. Скрип стула служил для собаки сигналом появления перед ней пищи. Но стоило скрип стула не подкреплять пищей, как он стал для собаки безразличным. Павлов построил особые звуконепроницаемые «башни молчания» для того, чтобы избежать влияния посторонних раздражителей на образование условных рефлексов.

Дифференцировка условного раздражителя как тонкий и точный метод изучения работы органов чувств у животных и ребенка раннего возраста. Животное и неговорящего или только начинающего говорить ребенка мы не можем расспросить, видят ли они действительно слабые, световые раздражения или слышат слабые звуки, могут ли они отличать 100 стуков метронома в минуту от 90 или нет. Методика условных рефлексов здесь оказывает незаменимую помощь. Если подкреплять пищей только 120 ударов метронома, а 60 ударов не подкреплять, то собака, отвечавшая сначала на то и другое количество ударов выделением слюны, затем дает реакцию только на 120 ударов, при 60 же остается спокойной. Таким образом создается дифференцировочное торможение на 60 ударов. Собака может отличать 100 ударов от 96, что недоступно уху человека.



Этот метод дифференцировочного торможения чрезвычайно плодотворен при изучении органов чувств у детей раннего возраста, которые, как и собака, не могут выявить нам иных указаний на свою различительную чувствительность. У животных при изучении последствий разрушения улитки внутреннего уха метод дифференцировочного торможения также оказался полезным (А н д р е е в).

Внешнее и внутреннее торможение. Прочно выработанный условный рефлекс может внезапно исчезнуть, затормозиться (например, при приходе в комнату, где происходит опыт, постороннего человека, при переводе животного из одного помещения в другое или при наполнении мочой пузыря). Но условный рефлекс возвращается, как только внешний раздражитель будет удален или при повторении сделается нейтральным. Если выработанный условный рефлекс, например, на 120 ударов метронома, не подкреплять пищей, то рефлекс угаснет, произойдет так называемое угасательное торможение.

Торможение и растормаживание условного рефлекса. Если при выработке условного рефлекса на звонок присоединить одновременное почесывание кожи или зажечь перед собакой лампочку, то слюна не появляется. Это происходит от того, что возбуждение в мозгу от звонка встретилось с возбуждением от почесывания, и они погасили или, как говорят обычно, «затормозили» друг друга. Но если присоединить еще третий раздражитель, то он служит растормаживателем, и слюна появляется.

Если в одной части коры возникает очаг возбуждения, то вокруг него образуется очаг торможения, и наоборот. Такое явление, по аналогии с электричеством, было названо Павловым индукцией.

Влияние возраста на высшую нервную деятельность у животных. Пока собака молода, у нее наблюдается безукоризненная нервная деятельность (Фольборт). У стареющего животного время восстановления нервной деятельности увеличивается. Если для молодого животного 5—10 мин. достаточно, чтобы восстановить нервную систему от одного раздражения до нового, то для старого животного нужны 1—2 мес. По мере старения расстраивается вся система условных рефлексов. Даже промежуток в сутки недостаточен, чтобы полностью восстановить расход нервной энергии в клетках. Замедление процессов восстановления является характерной особенностью старых животных, т. е. им нужен более длительный отдых от условно-рефлекторной деятельности, чем молодым.

Метод выработки сочетательных и условных рефлексов (связей) у детей. Исследованием







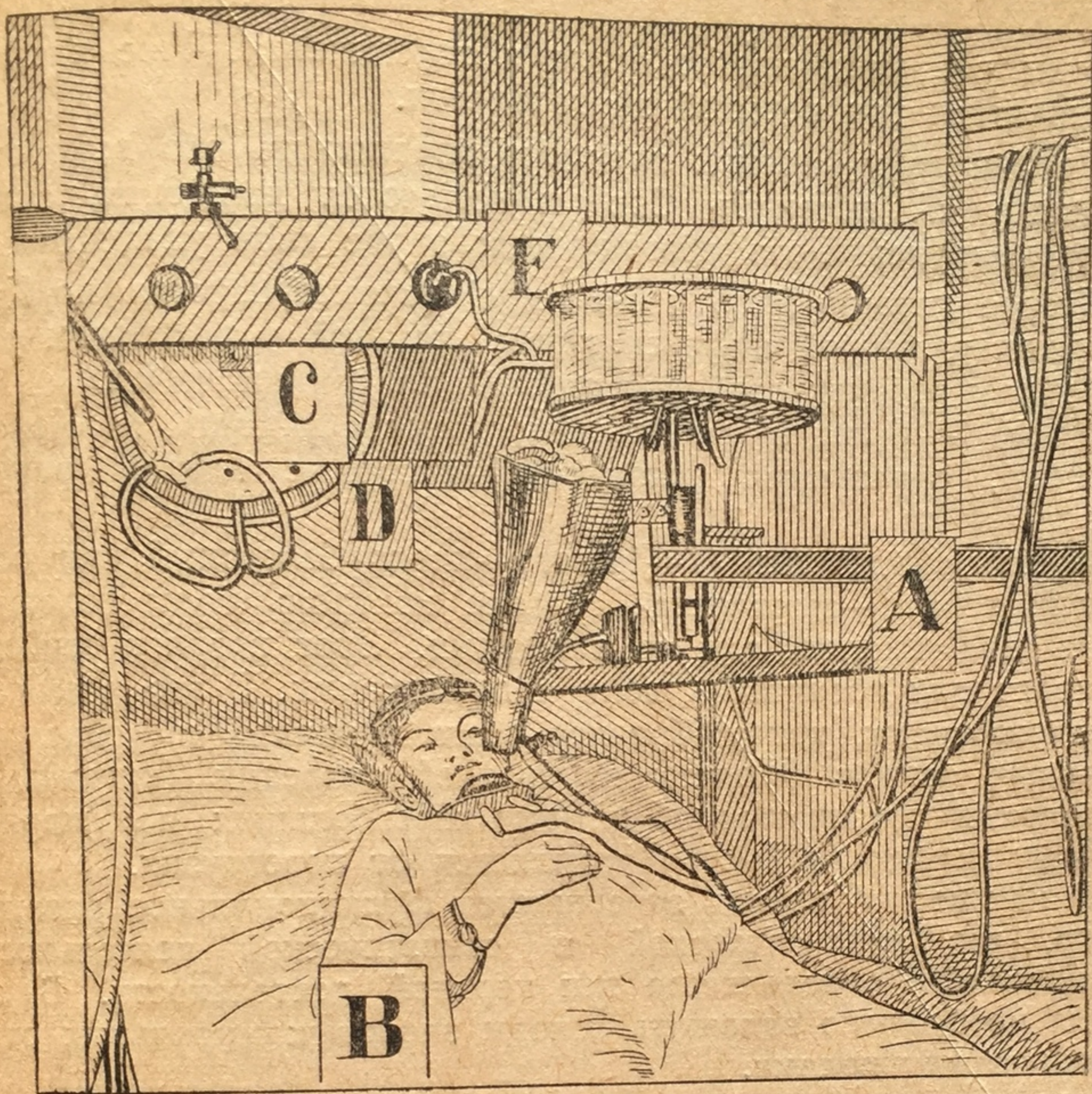


Рис. 41. Расположение приборов для изучения условно-рефлекторной деятельности ребенка (по Красногорскому)

ванию условных связей (кондиционированию) и их интеграции». «У здоровых новорожденных, — пишет Красногорский, — кора больших полушарий находится в состоянии бодрствования лишь весьма короткое время; под воздействием обычных возбудителей она быстро понижает свою возбудимость и погружается в физиологический сон».

В грудной период (первый год) происходит образование разнообразных условных рефлексов и дифференцировок. Особенностью этого возраста является склонность детского организма к общим раздражениям и торможениям, охватывающим весь организм, наступают судороги и сон. Во второй половине года начинает работать вторая сигнальная система — речь.

Красногорский утверждает, без доказательств, что «все формирование речи происходит у детей по законам образования условно-рефлекторных связей».

У ребенка 2—3 лет усиливается комплексная деятельность коры и усложняется речь, соединение слов в небольшие комплексы в 2—3 слова. При этом остается еще склонность к обобщениям



щенным реакциям возбуждения и торможения. Уже начинает обозначаться тип нервной деятельности.

На 3-м году ребенок начинает спрашивать обо всем окружающем: «А почему?» Совершенствуются движения, сильно дифференцируясь. Речь обогащается; запас слов увеличивается.

Второе детство (4, 5 и 6-е годы) характеризуется, по Красногорскому, тонкой дифференциацией эмоций и развитием речи. К 5 годам ребенок свободно говорит на родном языке.

После 5—6 лет в коре головного мозга у детей, по Красногорскому, образуются условно-рефлекторные центры речи и письма.

В позднем детстве (7—14 лет)—предпубертатный, или отроческий, период—выявляется сильнее контроль коры головного мозга над инстинктами и эмоциями. Этот возраст особенно подходит для воспитания воли и дисциплины. В это время, по Красногорскому, целесообразнее всего начинать изучение иностранных языков. Железы внутренней секреции (щитовидная и половые) повышают возбудимость коры больших полушарий и поэтому последняя быстро утомляется от перегрузки.

В юношеский период завершается функциональное развитие мозга, его анализаторской и синтетической деятельности. Окончательно определяется тип нервной деятельности. В это время необходимо заложить основы здоровых моральных отношений между полами.

Методика условных рефлексов в сочетании с педагогическим наблюдением позволила (Иванов-Смоленский) различать 4 типа высшей нервной деятельности у детей (школьников 11—12 лет), выражающихся также в различии их поведения. Дети лабильной группы быстро ориентируются в новой для них обстановке (лаборатории), проявляя спокойное и деловое отношение как к самому опыту, так и к экспериментатору; также ведут они себя и в школе—спокойны, общительны, точно выполняют уроки, хорошо успевают по многим предметам. Условные рефлексы образуются быстро, также быстро и точно образуется дифференцировка. У этих детей процессы раздражения и торможения уравновешены. Дети инерционного типа, наоборот, очень трудно образуют как самый условный рефлекс, так и дифференцировку. В своем поведении молчаливы, безразличны, проявляют мало интереса к опытам над ними. Склонны уединяться, легко внушаемы, неряшливы, плохо выполняют уроки, мало успевают.

У детей тормозного типа трудно вырабатывается условный рефлекс, и легко образуется дифференцировка (что характерно для процесса торможения). На опыте они ведут себя спокойно, сосредоточенно, как и на переменах и на школьных уроках. Сходятся с другими детьми не скоро и трудно.

У детей во  
ный рефлекс.  
ровка. Такие  
не могут си  
невнимательн  
расходятся.  
Все эти  
у 5-летни  
процесса и по  
лее старших  
циальное пов  
ности, как э  
Посредством  
ность ребенка  
о состоянии  
Односторо  
условных реф  
водам. Так, п  
логов о труд  
что у них я  
ковая недост  
зиология сво  
тодами рефл  
решить ту п  
педагогикой.  
казал в свое  
советского с  
ния бесприз  
спитуемыми  
для их восп  
Влияни  
зей у дет  
у детей (По  
менем для  
пределами  
деятельност  
щихся обед  
детей после  
Сытый же  
Значен  
ботке у  
1 А. Г.  
высшей нерв  
2 И. Б.  
шевого центр  
рефлекторную  
в. в. д. ребен



У детей возбудимого типа быстро и легко образуется условный рефлекс, но трудно и медленно вырабатывается дифференцировка. Такие дети много разговаривают на уроке, двигаются, не могут сидеть спокойно, трогают окружающие предметы, невнимательны, с товарищами сходятся быстро, но легко и расходятся.

Все эти типы детей способны к тренировке и упражнению.

У 5-летних детей наблюдается недостаточность тормозного процесса и повышенная возбудимость в сравнении с детьми более старших возрастов<sup>1</sup>. Конечно неправомерно объяснять социальное поведение ребенка типами высшей нервной деятельности, как это делают Красногорский и Иванов-Смоленский. Посредством методики условных рефлексов нельзя изучить личность ребенка в целом. Эта методика может дать лишь знание о состоянии нервной системы ребенка.

Одностороннее же увлечение методикой развития у детей условных рефлексов может иногда привести к неправильным выводам. Так, грубой биологизацией является трактовка рефлексологов о трудности воспитания беспризорных детей ввиду того, что у них якобы образовалась какая-то физиологическая корковая недостаточность. Здесь мы имеем пример того, как физиология своими методами исследования (в данном случае методами рефлексологии) вступила на ложный путь и пыталась решить ту проблему, которая может быть разрешена только педагогикой. Замечательный советский педагог Макаренко показал в своей «Педагогической поэме», что педагог в условиях советского строя полностью может решить проблему воспитания беспризорных детей, как бы ни казались они «трудновоспитуемыми», если учитель приложит свой талант и любовь для их воспитания.

Влияние обеда на выработку условных связей у детей. Изучением условно-рефлекторной деятельности у детей (Познанская)<sup>2</sup> удалось установить, что наилучшим временем для исследования деятельности ребенка будет время за пределами первого часа после еды. На условно-рефлекторную деятельность детей истощенных, малокровных и плохо питающихся обед оказывает особенно угнетающее влияние; у таких детей после обеда понижается интерес к окружающей их среде. Сытый же ребенок даже и конфету берет неохотно.

Значение подражания у детей при выработке у них условных связей. Условный рефлекс и

<sup>1</sup> А. Г. Иванов-Смоленский, Экспериментальные исследования высшей нервной деятельности ребенка. Госмедиздат, М., 1933, 214 стр.

<sup>2</sup> И. Б. Познанская, Влияние изменения тонуса безусловного пищевого центра на пищевую и ориентировочно-исследовательскую условно-рефлекторную деятельность ребенка. Экспериментальные исследования в. в. д. ребенка, М., 1933.



условный тормоз могут быть приобретены путем подражания (Р. М. Пэн и В. Я. Кряжев)<sup>1</sup>.

То, что не вырабатывается у 5-летнего ребенка одного, изолированного, быстро получается у него же, если он видит действие другого ребенка тех же лет. Но не все усваивается одинаково хорошо и прочно у всех «подражающих» детей. Одни дети быстро усваивают как весь условный рефлекс, так и тормоз; другие же быстро усваивают условный рефлекс и медленно—тормоз; третьи—быстро последний, т. е. торможение и медленно—условный рефлекс. Дети возбудимого типа отрицательно влияют на выработку условного тормоза у детей, трудно вырабатывающих это торможение.

При сопоставлении условно-рефлекторной деятельности ребенка и его поведения в школе получается следующее совпадение. Если у ребенка быстро образуется условный тормоз, то и в школе он, по отзывам педагогов, усидчив, исполнитель, спокоен, подчиняется школьному режиму. Наоборот, у детей суетливых, подвижных, нетерпеливых, общительных, плохо подчиняющихся школьному режиму, часто медленно и даже совсем не вырабатывается условный тормоз. У 5-летних детей наблюдается крайняя неустойчивость, неравномерность и непрочность условного рефлекса.

Однако, по мнению автора, способность, одаренность и даже успеваемость детей, конечно, не зависят непосредственно от их условно-рефлекторной деятельности.

Опыты по изучению управления неврозами у детей методом условных рефлексов. При трудных задачах, которые даются экспериментаторами детям, у них наблюдается наступление признаков невроза, т. е. раздражительности, плача или, наоборот, сонливости. Например, у ребенка 6 лет был образован (Ю. К. Панферова и Красногорский)<sup>2</sup> условный рефлекс на метроном. Дифференцировка числа ударов метронома 144 от 92 и 144 от 108 проходила хорошо, но при дифференцировке 144 от 120 наступал срыв в поведении ребенка—он засыпал на опыте, в обычной же жизни стал раздражительным, плакал, бил товарищей, т. е. появился признак начала невроза.

Павлов в последние годы своей жизни особое значение придавал изучению неврозов у людей.

Для лечения невроза применяется бром. Но прежде всего необходимо найти и устранить причину возникновения невроза

<sup>1</sup> Р. М. Пэн, Особенности условного торможения и влияние на него фактора подражания у детей-пятилеток. Экспериментальные исследования, 1933.

<sup>2</sup> Н. И. Красногорский, Развитие учения о физиологической деятельности мозга у детей, 1939.



у ребенка, который может появиться от инфекционного заболевания, от тяжелой семейной обстановки и т. п.

Укоренилось мнение, что животные (например, собаки) обладают большей тонкостью органов чувств, большей чувствительностью, чем люди. Это верно по отношению к более древним органам чувств, например, обонянию, вкусу и даже звуку. Но зрение, как показывают опыты, или одинаково или значительно лучше у людей, чем у собак. Особенно это относится к зрительным центрам коры мозга. Если выработать условный рефлекс у собаки на круг, отдифференцировав его от эллипса, то она достаточно быстро отличает одну фигуру от другой, даже если постепенно эллипс изменять, делая его все более похожим на круг. Когда отношение диаметров этих фигур будет 9:8, то собака уже не отличает их. Вместе с тем у собаки происходит срыв нервной деятельности, она визжит, грызет окружающие ее предметы и т. п.

Между тем кандидаты в летчики узнают быстро движущиеся модели аэропланов с ничтожной разницей их диаметров, без всяких срывов в работе нервной системы.

Условные рефлексы от внутренних органов. Старые исследователи не могли ответить точно на вопрос, обладают ли внутренние органы чувствительностью. Благодаря работам школы Павлова теперь можно определенно ответить, что такая чувствительность существует и что все внутренние органы посылают импульсы в центральную нервную систему, давая знать о своем состоянии. При нормальном физиологическом состоянии нашего организма импульсы от внутренних органов, проникнув в кору мозга, сейчас же затормаживаются и не доходят до сознания. Но при заболевании органов мы чувствуем их. Во сне, при отсутствии внешних раздражений, раздражения от внутренних органов своеобразным образом могут вызывать целые сновидения, например, эротические.

Условные рефлексы на сердце у детей могут быть образованы очень легко (Красногорский). При раздражении слабым электрическим током у детей получается безусловное ускорение сердечной деятельности. Если сочетать этот безусловный раздражитель с красным светом, как условным раздражителем, то уже через 3 сочетания образуется условный рефлекс, телом, то уже через 3 сочетания образуется условный рефлекс, и сердце ускоряет свои сокращения от одного зажигания красного света. Этот условный рефлекс затем быстро угасает (Красногорский).

Можно образовать условный рефлекс и на замедление сердечной деятельности. При надавливании на глазное яблоко человека происходит безусловное замедление, а у некоторых — даже и небольшая остановка сердца. Но только 100 надавливаний в сочетании с красным светом образовали условный рефлекс, и сердце замедлило свою работу у 8-летнего ребенка



при зажигании красного света (Красногорский). Получение условного рефлекса на ускорение проходит легче, чем на урежение сердечной деятельности. Те же данные были получены Ивановым-Смоленским.

Возраст имеет большое значение для образования условных рефлексов на секрецию желез желудка.

Китайгородская показала (1937 г.), что у детей до 2 лет не удается показыванием пищи вызывать отделение желудочного сока. Но и механическое раздражение слизистой желудка у маленьких детей также не вызывает сокоотделения. Только с возрастом появляется и увеличивается и та и другая реакция. Богену удалось у ребенка 3,5 лет образовать на 40-м сочетании звука рожка с едой мяса условный рефлекс на это звучание.

По наблюдениям Курцина и Слупского (из лаборатории Быкова<sup>1</sup>), у больных мальчика и девочки (14—16 лет), которым были сделаны желудочные фистулы и эзофаготомия, не только звонок к обеду, но и приготовление стола к обеду вызывало резкое повышение выделения желудочного сока—с 20 до 120 см.<sup>3</sup> На этих же подростках было установлено, что мнимое кормление только в течение 15 мин. вызывает уже сокоотделение в продолжение 3—4 часов; причем любимые блюда вызывают большее сокоотделение. Кислотность этого сока на особенно приятные блюда была выше, чем на другие.

Также наблюдалось, что не только укол пальца для взятия крови, но даже самое приготовление к уколу уже тормозило сокоотделение и понижало кислотность выделявшегося сока.

Касаткин из лаборатории Щелованова получил пищевые условные рефлексы на 2-м месяце жизни у детей.

В развитии условного рефлекса, по Касаткину, есть 3 стадии:

- 1 — стадия индифферентности
- 2 — появление первых признаков условной реакции
- 3 — стадия ясного условного рефлекса<sup>2</sup>.

Интересный пример выработки условного рефлекса описывает Стрельцов из области авиационной физиологии (1942 г.).

При подъеме летчика на высоту 5—6 тыс. м. даже у здоровых людей наступают признаки высотной болезни. Высотная болезнь выражается как в физиологических, так и психических изменениях. Наступает резкое понижение памяти, внимания, сообразительности. С физиологической точки зрения в организме при недостатке кислорода наблюдаются ускорение сердцебиения и дыхания, резкое изменение в составе мочи, в которой появляется необычайно большое количество бикарбонатов (двууглекислая сода), т. е. уменьшаются щелочные запасы организма,

<sup>1</sup> К. М. Быков, Кора головного мозга и внутренние органы. Издание Военно-Морской Медицинской Академии, Киров, 1941, 382 стр.

<sup>2</sup> Касаткин Н. И., Развитие слуховых и зрительных условных рефлексов у младенцев. Журн. «Советская педиатрия», 1935, № 8.

появляются  
циты, которые  
дум—сетка).  
Стрельцов  
своих испыту  
метически  
быстро возду  
чались и тог  
которой благ  
изошло. След  
организм дае  
ксии, т. е. н  
повторять мн  
тельными раз  
рефлекс мож  
знают, что их  
о том, что р  
физиологическ  
условного реф  
знания.

Следовате  
процессы в ор  
может помеша  
рефлекс не м  
ближе к физи  
непосредствен  
органах. Как  
щелочность с  
удастся.

Сам Павлов  
выразил отлич  
«Связь собач  
закона в резу  
может быть за

Павлов в к  
хологией и пс  
осуществить с  
работы по соз  
тельно устраи  
не мешала ем  
его на трафар  
Учение Пав  
в мировой фи  
За границей

<sup>1</sup> В. В. Стр  
дицины, 1942, т.



появляются в увеличенном количестве ретикулоциты (эритроциты, которые при окрашивании дают картину сетки; ретикулум—сетка).

Стрельцов<sup>1</sup> получал такие же изменения в организме у всех своих испытуемых, когда помещал их в барокамеры, т. е. герметически непроницаемые комнаты, из которых высасывался быстро воздух. Но он заметил, что те же самые сдвиги получались и тогда, когда испытуемых помещали в барокамеру, в которой благодаря порче насоса разрежения воздуха не произошло. Следовательно, попав в привычную обстановку опыта, организм дает те же реакции, что и при действительной аноксии, т. е. недостатке кислорода. Такие опыты можно было повторять многократно при условии подкрепления их действительными разрежениями воздуха. Но этот многофункциональный рефлекс может происходить при условии, если испытуемые не знают, что их, так сказать, «обманывают». Если же они знают о том, что разрежения в действительности нет, то никакого физиологического изменения не произойдет. Здесь образование условного рефлекса происходит только при условии отсутствия знания.

Следовательно, этот случай показывает, что физиологические процессы в организме управляются подсознанием. Сознание же может мешать связи, но само быстро установить описанный рефлекс не может. Подсознательное, следовательно, гораздо ближе к физиологическим процессам, сознание же не влияет непосредственно на физиологические процессы во внутренних органах. Как бы ни желал испытуемый сознательно изменить щелочность своей мочи в сторону ее увеличения, это ему не удастся.

Сам Павлов характерными для него острыми терминами выразил отличие поведения человека от поведения собаки. «Связь собачья, возникшая на основании физиологического закона в результате совпадения двух раздражений во времени, может быть заторможена «по-человечески».

Павлов в конце своей жизни стал живо интересоваться психологией и психиатрией, но смерть не дала ему возможности осуществить синтез физиологии и психологии. В начале же своей работы по созданию учения об условных рефлексах он сознательно устранил из своих исследований психологию, чтобы она не мешала ему найти новые физиологические пути, не сбила его на трафаретный путь современной ему психологии.

Учение Павлова об условных рефлексах широко освещается в мировой физиологической и психологической литературе. За границей, в США, производятся многочисленные работы

<sup>1</sup> В. В. Стрельцов. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, 1942, т. XIV, в 5—6, стр. 53—54.



по условным рефлексам классическим павловским методом, но разрешаются только небольшие частные вопросы.

\* \* \*

Различие в развитии и усовершенствовании движений у животных и человека. Существует резкое не только количественное, но и качественное различие в развитии движений у животных и человека. Хотя и называют маленького ребенка маленьким зверенышем (например, поэт Шиллер), но это грубая и непростительная ошибка, основанная на отсутствии наблюдательности и знания физиологии ребенка. У таких животных, как лошади, коровы, козы, зайцы, морские свинки, детеныши рождаются с движениями, вполне организованными и законченными и мало чем отличающимися от движений взрослых животных. У новорожденного ребенка, наоборот, все его движения далеки от движений взрослого человека. Ребенок совершенно беспомощен и не может сам передвигаться в пространстве, даже ползать, он не может даже первое время держать головку. Цыпленок, вылупившись из яйца, уже свободно бежит и клюет зерна, как и взрослая курица; утенок плавает, только что вылупившись из яйца.

У животных прежде появляются движения для перемещения тела в пространстве, а затем уже движения для нападения, обороны, захвата пищи и т. п. Но круг движений даже у взрослых животных вообще очень беден. Быстро достигнув совершенства, животное дальше не идет. Совершенно другое происходит у ребенка. У новорожденного имеются в основном только простые рефлексy: мигание, зажмуривание, сужение зрачка, плач. Движения ребенка ограничиваются сгибанием ножек и ручек, даже ползать он не может. Тонус всех мышц ребенка еще очень слаб и распределение его по различным мышцам еще неправильно, неравномерно; работают, главным образом, только сгибательные мышцы.

Но, развиваясь, ребенок начинает осваивать игру на инструментах, письмо, танцы и т. п., что невозможно для животных, даже и обезьян.

По Щелованову<sup>1</sup>, чем большую роль играет кора мозга в развитии движений, тем длительнее время их развития, и тем больше последующие сложные и разнообразные движения например, ходьба и бег.

У животных сначала оформляются движения, затем образуются условные рефлексy, у ребенка, наоборот, сначала офор-

<sup>1</sup> Н. М. Щелованов и Н. М. Аксарина, Воспитание детей в яслях. Медгиз, 1939, 243 стр.



мляются звуковой и зрительный анализаторы вплоть до корковых отделов, после чего уже развиваются движения. Так как движения ребенком не наследуются, как у животных, а организуются в ранние годы его жизни, то он должен всему учиться, входя в тесное общение с окружающей его средой (Щелованов).

Сон как торможение коры головного мозга. Кора больших полушарий, по мнению Павлова, работает только частями, но не целиком. Работающая часть коры называется (Красногорский) «действующим полем», находится в постоянном движении, все время перемещаясь. Непрерывно меняя отдых на деятельность, кора, как и сердце, частично работает и так же отдыхает. Но органы чувств (периферические части анализаторов) производят посылку раздражений в кору мозга днем, в бодрственном состоянии, и прекращают эту посылку только во сне, обычно ночью. Лежачее положение необходимо для наступления сна у человека. Оно прекращает поток раздражений, несущихся в кору головного мозга от поддерживающих стояние человека мышц и связок. Закрывание глаз и темнота выключают световые, а тишина—звуковые раздражения. Во время сна происходит блокада между корой мозга и всем организмом (Ухтомский).

Сновидения рассматриваются павловской школой как результат возникновения «действующего поля» в коре, но работающего без связи с органами чувств. Всякий внешний агент или положение может затормозить ту или другую работу организма, если действие агента несколько раз совпадает с прекращением этой деятельности<sup>1</sup>.

Сам великий Павлов эволюционировал в своих взглядах на природу изучавшихся им нервных процессов.

Приведение его высказываний имеет большое значение для будущей работы по физиологии центральной нервной системы детей и подростков, поэтому мы считаем необходимым собрать, по возможности полнее, критические и самокритические замечания, начав с высказываний самого Павлова.

Павлов о физиологии мозга и психологии. В 1909 г. в речи «Естествознание и мозг» Павлов говорит: «Можно с правом сказать, что неудержимый со времени Галилея ход естествознания впервые заметно приостанавливается перед высшим отделом мозга, или, вообще говоря, перед органом сложнейших отношений животных к внешнему миру. И казалось, что это не даром, что здесь — действительно критический момент естествознания, так как мозг, который в высшей его формации — человеческого мозга—создавал и создает естествознание, сам

<sup>1</sup> Подробное изложение физиологии сна будет дано во 2-й книге «Возрастной физиологии».



становится объектом этого естествознания». Дальше он говорит, что психология еще не получила права называться наукой. А физиолог раньше брал на себя неблагоприятную задачу — гадать о внутреннем мире животных».

Затем, основываясь на своих достижениях по объективному исследованию психики, он пишет: «Все время исследователь чувствует под своими ногами твердую и вместе с тем чрезвычайно плодотворную почву. Не испытавший на деле не будет склонен поверить, как часто, повидимому, сложнейшие, прямо загадочные с психологической точки зрения отношения подлежат ясному и плодотворному объективному физиологическому анализу, легко проверяемому на всех этапах соответствующими опытами. Для работающего в этой области одно из частых чувств—это изумление перед прямо невероятным могуществом объективного исследования в этой новой для него области сложнейших явлений». И дальше: «Как часть природы, каждый животный организм представляет собой сложную обособленную систему, внутренние силы которой каждый момент, покуда она существует как таковая, уравниваются с внешними силами окружающей среды. Таким образом, вся жизнь от простейших до сложнейших организмов, включая, конечно, и человека, есть длинный ряд все усложняющихся до высочайшей степени уравниваний внешней среды. Придет время, пусть отдаленное, когда математический анализ, опираясь на естественно-научный, охватит величественными формулами уравнений все эти уравнивания, включая в них, наконец, и самого себя».

В другом месте Павлов уже признает психологию, как науку и не думает, что можно обойтись без нее. «Нельзя сравнивать сложность явлений, которые мы имеем, с теми, которые имеются в руках психологов»,—говорит он в «Двадцатилетнем опыте» (изд. 5, стр. 91).—«Ясно, что деятельность нервной системы человека чрезвычайно превосходит своей сложностью деятельность нервной системы собаки. Ввиду этих обстоятельств психолог затрудняется сказать, чему наш анализ отвечает в экспериментальной психологии и вообще в психологическом исследовании. Я получил от психологов заявление, что, кажется, такого анализа у них еще нет, и я думаю, что, ввиду указанных затруднений, наш анализ еще долгое время пойдет особым путем от анализа психологов».

Мне кажется, что для психологов, наоборот, наши исследования должны иметь очень большое значение, так как они должны впоследствии составить основной фундамент психологического знания». И дальше: «Ведь в психологии речь идет о сознательных явлениях, а мы отлично знаем, до какой степени душевная психологическая жизнь пестро складывается из сознательного и бессознательного». И еще дальше: «Относительно же законов

психологи  
где их ис  
ренного м  
шевной ж  
вполне сп  
же объек  
животны  
лежащие  
представ  
зиологам

О пр  
ной де  
на жив  
челове  
стерегал  
получени  
летнем оп  
животных  
органов,  
ловеку с  
ства в д  
какую ж  
носе тол  
ных свед  
высшую

Этой  
щегося  
возможн  
лективну  
тиве.

Учени  
Смоленс  
веку те  
связей, ч  
рефлекс

В на  
упраздни  
указывал  
одного, ч  
ческой м  
и в други  
буют нор  
Словом,  
физиолог

1 И. П  
нервной де  
15 В. В. Ефи



психологических явлений приходится сказать, что затрудняешься, где их искать. Миллионы страниц заняты изображением внутреннего мира человека, а результатов этого труда—законов душевной жизни человека—мы до сих пор не имеем. И поныне вполне справедлива пословица: «чужая душа—потемки». Наши же объективные исследования сложно-нервных явлений у высших животных дают основательную надежду, что основные законы, лежащие под этой страшной сложностью, в виде которой нам представляется внутренний мир человека, будут найдены физиологами—и не в отдаленном будущем».

О приложении данных по условно-рефлекторной деятельности, полученных при изучении на животных, к поведению ребенка и взрослого человека. Великий русский физиолог И. П. Павлов предостерегал от огульного и некритического перенесения данных, полученных у животных, на человека. Так, в своем «Двадцатилетнем опыте» он пишет: «Если сведения, полученные на высших животных относительно функций сердца, желудка и других органов, так сходных с человеческими, можно применить к человеку с осторожностью, постоянно проверяя фактичность сходства в деятельности этих органов у человека и животных, то какую же величайшую сдержанность надо проявить при переносе только что впервые получаемых точных естественно-научных сведений о высшей нервной деятельности животных на высшую деятельность человека»<sup>1</sup>.

Этой осторожностью Павлов отличался от другого выдающегося русского рефлексолога—Бехтерева, который считал, что возможно даже без изменения научного метода изучать «коллективную рефлексологию», т. е. поведение человека в коллективе.

Ученики и последователи Павлова (Красногорский, Иванов-Смоленский, Ющенко, Протопопов, Фролов), применяя к человеку те же самые методы образования условно-рефлекторных связей, что и на животных, заключают, что у человека условные рефлексы вырабатываются при тех же условиях, что и у собаки.

В нашей печати, критикующей рефлексологов, пытающихся упразднить психологию и заменить последнюю физиологией, указывалось, что материалистическая диалектика требует только одного, чтобы физиолог понял, что этим оружием (физиологической методикой), годным в своей области, нельзя оперировать и в других областях, где более сложные формы движения требуют новых, более сложных, более тонких и гибких орудий. Словом, материалистическая диалектика требует не того, чтобы физиолог разоружился, а чтобы он перевооружился. Только так

<sup>1</sup> И. П. Павлов, Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животных. 1938, стр. 587.



может физиология связаться органически с психологией и социологией, а не делать реакционных попыток упразднить их и возместить их собой.

Отмечалось также, что и у самого Павлова были механистические формулировки. Так, в своих последних сообщениях по физиологии и патологии высшей нервной деятельности (1933 г.) Павлов ставит идеалом естественно-научного исследования сведение психических явлений к физиологическим. Механизм задачи, будут раскрывать химия и наконец физика». Для нас ясно, что метод чистой рефлексологии (физиологии), примененный к психологии и социологии, не мог не дать серьезной осечки, что действительно и произошло с акад. Павловым и его школой.

Даже животные и, в частности, собака, не представляют собой чисто рефлексологическую машину. В «действительности каждая нормальная собака, руководясь своими инстинктами и безусловными рефлексам, в то же самое время, хотя она и не имеет способности рассуждать по правилам, скажем, миллиевской индукции или гегелевского силлогизма, воспринимает активно и мыслит, хотя и по-собачьи. Ощущение, память, мышление у собаки, хотя и весьма ограниченные, все же представляют собой важнейшие орудия для ориентировки. Правда, психическая жизнь собаки не висит в воздухе — она необходимым образом связана с инстинктами и рефлексам, определяется ими, однако, не сводится без остатка к ним, не исчерпывается ими», и дальше: «Словом, основным недостатком рефлексологии акад. Павлова, поскольку она берется объяснять психическую жизнь, является механистическое и созерцательно-эпифеноменалистическое понимание сознания. Маркс подчеркнул, что познание не есть пассивное созерцание (отображение) мира, что в процессе познания человек, отображая в своей голове объективный мир, в то же самое время относится действенно-человечески к миру. Энгельс утверждает, что «нам общи с животными все виды рассудочной деятельности: индукция, дедукция, следовательно абстракция, анализ неизвестных предметов (разбивание ореха), синтез (в случае проделок животных) и в качестве соединения обоих эксперимент (в случае новых препятствий и при незнакомых положениях)»<sup>1</sup>.

«Но диалектическая мысль... свойственна только человеку... да и последнему лишь на сравнительно высокой ступени развития»<sup>2</sup>.

Человеческая мысль качественно отлична от мышления животных. Это не значит, что у человека нет инстинктов и рефлекторных актов, но у человека (и даже у высших животных, например, у обезьян) они играют подчиненную, а не господствующую

<sup>1</sup> Энгельс, Диалектика природы. Партиздат, 1933, стр. 33.

<sup>2</sup> Там же.



щую роль, как это наблюдается у низших животных. Все дело в ступенях эволюционной лестницы, на которой находится живое существо. Только с точки зрения эволюционной теории Дарвина можно понять соотношение между рефлексорной и сознательной деятельностью у обезьяны и человека.

Переходя непосредственно к человеку—не в его законченной форме взрослого организма, а к зародышу, новорожденному ребенку, к дошкольнику и школьнику, мы встречаемся с той же проблемой о взаимоотношении между автоматической, рефлексорной и сознательной деятельностью.

Рефлексологи неправильно считают, что им удалось для детей, особенно раннего возраста, объяснить все их поведение условно-рефлексорной деятельностью.

Неправильны расширительные приложения рефлексологии к области труда, трудового воспитания, военного обучения, к пониманию и созданию художественных произведений и т. д. Найденные закономерности, связывающие внешний мир и внутренний мир животного в виде условных рефлексов, повели к излишним увлечениям в приложениях их к различным областям человеческой деятельности. Машинообразность (в действительности только кажущаяся у человека) образования и исчезновения условных рефлексов дала повод некоторым работникам в области даже трудового обучения рассматривать человека как машину, искусственно отделяя, таким образом, его двигательный аппарат от деятельности его сознания. Возникла рефлексологическая система обучения в Центральном Институте Труда с его особыми тренировочными машинами. Эти машины превращали подростка-рабочего действительно в машину, в механического «работника». Так, чтобы начинающий ученик освоил совершенно ровное ведение напильника по опиливаемому куску металла, устанавливалось приспособление, которое зажигало красную лампочку при небольшом отклонении напильника от горизонтального направления движения руки ученика. Таким образом, по мысли изобретателя такой «социально-инженерной машины» устанавливалась постоянная связь между правильным движением руки и сигнализацией. Против такой сигнализации ничего нельзя было бы возразить, если бы она не возводилась в сущность всей системы трудового обучения, ставившей целью, чисто механически тренировать подростка на узком и специальном виде механических движений. В то время как развивающаяся техника, создавая все более и более сложные машины и аппараты, требует от рабочего все большей сознательности, понимания, а не механического управления машинами, рефлексологическая система трудового обучения ЦИТа отбрасывала советскую рабочую молодежь назад к периоду расцвета ручного труда, ко времени феодальных ремесленных гильдий.



Такая реакционная система обучения ЦИТа была подвергнута в свое время резкой критике со стороны ЦК комсомола.

В области военного обучения также была попытка выработать бойца-машину, снабженного необходимым количеством условно-рефлекторных движений. Эта система, к счастью, не получила не только своего расцвета, но и сколько-нибудь значительного начала.

Одной из причин крушения этой попытки были яркие картины боев гражданской войны, где плохо обученные и вооруженные, полуголодные и плохо одетые, но классово-сознательные бойцы-красногвардейцы на-голову разбивали превосходно обученные, вымуштрованные и богато снабженные офицерские полки.

Попытка упростить человека, втиснуть его многогранную сознательную деятельность в упрощенную схему рефлекторно-действующей машины проникла даже в искусство и философию. Появилась книга «Физиология духа», статьи, пытающиеся свести объяснение двух влюбленных только к игре инстинктов и основанных на них условных рефлексов.

Французский философ-идеалист Анри Бергсон в своей книге «Материя и память» пишет: «Итак, по нашему мнению, головной мозг ничто иное как род телефонной станции: его роль — дать сообщение или заставить ждать. К тому, что он получает, он не прибавляет ничего», и дальше: «Другими словами, головной мозг представляется нам орудием анализа по отношению к полученному движению и орудием выбора по отношению к движению произведенному. Но и в том и другом случае роль его сводится к передаче и к разделению движения. Для познания нервные элементы не работают ни в высших центрах коркового вещества, ни в спинном мозгу: они только сразу намечают множественность возможных действий или организуют одно из них.

Сказанное сводится к тому, что нервная система не есть аппарат для образования или даже приготовления представлений. Ее функция — получать возбуждение, готовить двигательные аппараты и предоставлять данному возбуждению возможно большее число этих аппаратов».

Если эти высказывания передать физиологическим языком в терминах учения об условных рефлексах, то можно поразиться совпадению внешней формулировки. И там и здесь мы имеем только телефонную станцию, замыкающую и разрывающую условные связи, и там и здесь мозг есть только анализатор. Между тем интегрирующая работа мозга всегда сопровождает его анализ.

Выдающийся грузинский физиолог академик Беритов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> И. С. Беритов, И. П. Павлов и его научное наследство. Труды Института физиологии Тбилисского государственного университета. Тбилиси. 1937.



(Бериташвили), первый из советских физиологов, подошел к работам Павлова и его школы с методологической точки зрения, с точки зрения философии диалектического материализма. Критика Беритова имеет особенную ценность, так как соединяет глубокое знание и собственный опыт физиологических исследований по высшей нервной деятельности.

В своей статье, посвященной памяти великого русского физиолога, Беритов пишет: «Иван Петрович, как ученый мыслитель, сформировался лет 60 тому назад под влиянием механистической материалистической философии. Он, например, глубоко убежден, подобно Сеченову, что поведенческая деятельность человека и животных протекает по таким же физическим законам, как работа любой машины. Машинообразность рефлекторной деятельности и была основой его философских взглядов на жизненные процессы.

Это механическое понимание сложнейшей физиологической деятельности оставалось у Ивана Петровича до последних дней. Согласно такому пониманию, как движение лапки обезглавленной лягушки, так и сложнейшие поведенческие акты высших позвоночных животных и сознательные трудовые акты человека, являются рефлекторными реакциями, ибо во всех этих случаях мы имеем такие реакции, которые вызываются при посредстве нервной системы».

«Эта концепция (общая для Сеченова и Павлова), отождествляющая автоматические рефлекторные реакции, происходящие без участия психики, с теми реакциями организма, которые возникают при посредстве психо-нервных процессов, безусловно, неправильна. Эта материалистическая концепция в свое время безусловно сыграла большую революционную роль в борьбе против виталистических и идеалистических концепций в области физиологии и психологии. Но в настоящее время она потеряла это значение».

«Иван Петрович признавал рефлекторную реакцию того или другого органа основным элементом всякой центральной нервной деятельности. Поэтому он не делал качественных различий между актом поведения в целом и его компонентом—рефлекторной реакцией какого-либо органа. Вообще для Ивана Петровича не существовало проблемы целого, его качественного своеобразия, зависимости компонентов от особенностей целого, необходимости изучения целого как такового. Иван Петрович понимает задачу исследователя только как анализатора. Так, говоря о человеке, как о сложной машине, как о системе саморегулирующейся, подобно многим машинам человеческого изделия, он так разъясняет задачу исследователя: «С этой точки зрения метод изучения системы человека тот же, как и всякой другой системы: разложение на части, изучение значения каждой части,



изучение связей частей, изучение соотношения с окружающей средой и, в конце концов, понимание на основании всего этого ее общей работы и управление ею, если оно в средствах человека».

Дальше Беритов пишет: «Иван Петрович полагал, что индивидуальные приобретенные условные реакции являются основными характерными элементами высшей нервной деятельности животных и человека. Иначе говоря, всякая сознательная деятельность человека, его сложнейшие акты трудового поведения, а также все сложнейшие акты высших позвоночных животных протекают по типу условного рефлекса. Это положение также неправильно».

Условные рефлексы—это автоматизированные реакции, вроде привычных автоматизированных рабочих движений человека. Но, как известно, автоматизированные индивидуальные реакции развиваются у животных путем многократного повторения индивидуального поведения, направляемого представлением о внешней среде, автоматизированные привычные движения человека возникают на основании многократных повторений из не автоматизированных сознательных актов, которые возникают и протекают совершенно своеобразно, согласно заранее намеченному плану и заранее известному результату трудового поведения. Разумеется, при том понимании отношения сознательных актов к рефлекторным реакциям, какое существует в учении И. П. Павлова, не должно быть психологии, как самостоятельной науки. Физиологическая работа коры мозга, обнаруживаемая при условных рефлексах, считается основой явлений нашего субъективного мира. Иван Петрович утверждает в своей последней статье (1935 г.): «Условная связь... есть очевидно то, что мы называем ассоциацией по одновременности. Генерализация условной связи отвечает тому, что зовется ассоциацией по сходству. Синтез и анализ условных рефлексов (ассоциации)—в сущности те же основные процессы нашей умственной работы... При сосредоточенном думании и при увлечении каким-либо делом мы не видим и не слышим, что около нас происходит,—явная отрицательная индукция... Наши контрастные переживания есть конечно явления взаимной индукции» и т. д.

«Иван Петрович и его ученики в речи человека видят только вторую сигнальную систему. Так, он пишет: «Однако не подлежит сомнению, что основные законы, установленные в работе первой сигнальной системы, должны также управлять и второй, потому что эта работа все той же нервной ткани».

Итак, по убеждению Ивана Петровича, «физиология условных рефлексов может и должна устанавливать законы психонервной деятельности».



Но во время психонервной деятельности, например, при возникновении впечатлений и представлений, объединение внешних раздражений в одно целое, субъективное переживание происходит сразу при первом же испытании, и уже при первом испытании оно становится действенным, активным.

«Кроме того, свободная речь, свободное мышление организуется или направляется в основном целью, задачей, которую при этом имеет субъект, а не временными связями от предыдущего слова к последующему».

Установка временных связей, как морфологических образований, происходит впоследствии в результате упражнения, т. е. многократного повторения.

«Следовательно, физиология коры мозга не в состоянии заменить психологию, не в состоянии устанавливать те закономерности, согласно которым протекает обычная, не автоматизированная психонервная деятельность» (Беритов).

«Благодаря своим механистическим установкам, Павлов был уверен, что в дальнейшем своем развитии физиология, познав механизмы и законы человеческой природы, даст человечеству полное и прочное счастье. Конечно, это неправомерная переоценка физиологии, не призванной изучать и управлять социальными законами...

Также механистично воззрение Павлова на самое строение мозга. По Павлову, мозг — это не целостный орган, а некоторое собрание нервных центров, состоящих из определенного числа нервных клеток, причем каждый центр может работать независимо от других под влиянием определенного внешнего раздражителя. При чрезмерном раздражении один пункт коры может сделаться больным, другие же останутся здоровыми. Чрезмерная работа разрушает тонкий механизм нервных клеток; чтобы этого не произошло нервная клетка тормозится, впадает в сонное торможение.

Пользуясь неверной философией, Павлов не смог построить правильной научной теории, обобщающей громадное количество экспериментального материала, добытого его сотрудниками» (Беритов).

Беритов, правильно отмечая механистический материализм Павлова как философскую позицию, должен был указать на то, что в своих экспериментальных работах Павлов часто был диалектиком-материалистом.

Признавая существование психологии как самостоятельной науки, школа Беритова ставит задачи выяснения некоторых психологических проблем путем физиологических исследований. Гештальт-психология утверждает, что сложный раздражитель с самого начала воспринимается как единое целое, причем действие каждой его части определяется действием этого целого;



также утверждается, что животные реагируют на чистое, абстрактное соотношение раздражителей.

Ученик Беритова физиолог Брегадзе<sup>1</sup> вырабатывал индивидуальные реакции у собак на комплекс тонов фисгармонии. Собака шла с лежанки к кормушке с пищей, при этом звучала фисгармония, производя последовательно три тона. В другой серии опытов собака идет к другой кормушке, но звучит уже один или два тона того же комплекса звуков. В результате различных вариаций в условиях опыта оказалось, что реакция вырабатывается у собаки с самого начала не на единое цельное звуковое раздражение. Та же реакция вызывается и отдельными звуками комплекса. Следовательно, утверждение гештальт-психологии неправильно: опыты показывают, что чистое абстрактное соотношение звуков не является физиологически действующим агентом.

Те же попытки были повторены над кроликами с теми же результатами.

Обсуждая эти работы, Беритов делает важные принципиальные выводы, что «индивидуальная реакция собаки не является с самого начала рефлексом», т. е. автоматизированной реакцией, обусловленной развитием временных связей. До развития временных связей, до автоматизации индивидуальная реакция носит такие признаки, которые вообще характерны для психонервной деятельности. А именно собака идет на пищевой сигнал от лежанки, на которой она находится, к кормушке для получения пищи первоначально на основании возникновения психонервного процесса, который воспроизводит проецируемую во внешней среде картину местоположения пищи и путей, ведущих к ней, и направляет движение собаки к этой пище.

По Беритову, вообще нетрудно отличать психонервную деятельность от рефлекторной. «Психонервная деятельность обладает свойством объединять элементы внешней обстановки в одно целое переживание, в один целостный психонервный комплекс после только одного воздействия этой обстановки на собаку.

Индивидуальная реакция легко автоматизируется, благодаря легкости образования временных связей через этот психонервный комплекс.

Психонервная деятельность, по Беритову, господствует в поведении собаки: она подчиняет себе автоматизированные акты поведения и вообще рефлекторную деятельность, устраняя ее

<sup>1</sup> А. Н. Брегадзе, Выработка индивидуальной реакции на комплекс последовательных музыкальных тонов на собаках. Труды Физиологического института тбилисского университета, т. I—III, 1937.

А. Брегадзе и С. Таругов, Индивидуальные реакции на комплекс звуковых раздражений у кроликов. Там же.

каждый раз, к  
организма ввид  
В отличие  
образуют врем  
неизмеримо б  
поведение голу  
ностью (Берито  
нахождения пи  
к ней. У голуб  
раздражителям  
образования ин  
еще не автома  
индивидуальное  
автоматический  
перестает играт  
ленному раздра  
опытами только  
дения детей.  
Школа Павл  
условного рефле  
на одной из «  
затронул вопро  
многих конкрет  
ли это человече  
мышлению или  
вотных? «Судя  
есть и у животн  
наша генерализ  
на отдельные к  
ного агента дей  
очевидно, это е  
Ученики Па  
возможности св  
«Совершенно оч  
ряд специфичес  
при ее механич  
  
1 И. С. Берит  
индивидуальном по  
2 И. С. Берит  
Там же, стр. 449.  
3 С. В. Клеши  
Труды физиологиче  
стр. 21—30.  
4 Э. Ш. Айра  
Н. А. Подкопая  
нервной деятельнос  
Приложение экспери  
ловеку.



каждый раз, когда последняя перестает служить потребностям организма ввиду изменившихся условий внешней среды.

В отличие от собак, у кроликов психонервные элементы образуют временные связи значительно труднее в результате неизмеримо большего количества повторений. Индивидуальное поведение голубей также направляется психонервной деятельностью (Беритов и Ахметели)<sup>1</sup>, воспроизводящей картину местонахождения пищи, ее количества и качества, путей, ведущих к ней. У голубей, как и у млекопитающих, отношение между раздражителями характерно только в определенной стадии образования индивидуального поведения, т. е. когда поведение еще не автоматизировано. После многократного повторения индивидуальное поведение становится прочным, приобретая автоматический характер, тогда соотношение раздражителей перестает играть главную роль, переходящую к одному определенному раздражителю<sup>2</sup>. Беритов и его школа не ограничились опытами только над животными, а перешли к изучению поведения детей.

Школа Павлова исследовала также вопрос об образовании условного рефлекса на отношение тонов. В 1935 г. И. П. Павлов<sup>3</sup> на одной из «сред» (собрание работников его лабораторий) затронул вопрос о происхождении «понятия» группирования многих конкретных предметов в одно общее представление. Есть ли это человеческое приобретение благодаря нашему словесному мышлению или оно имеется и в конкретном мышлении у животных? «Судя по всему,—говорит акад. И. П. Павлов,—оно есть и у животных. И вот факт, который мне это доказал,—это наша генерализация. Ясно, если мы образуем условный рефлекс на отдельные конкретные раздражители, а у нас в виде условного агента действует целая группа сходных раздражителей, то, очевидно, это есть то же понятие группирования предметов».

Ученики Павлова ясно представляют себе границы и возможности своего метода. Быков<sup>4</sup> и его сотрудники пишут: «Совершенно очевидно, что в человеческой деятельности имеется ряд специфических моментов, не могущих быть уловленными при ее механическом трактовании на основе «собачьего мате-

<sup>1</sup> И. С. Беритов и М. Ахметели, О роли внешнего вида пищи в индивидуальном поведении голубей. Там же, стр. 375.

<sup>2</sup> И. С. Беритов, Замечания к работе А. Брегадзе и С. Таругова. Там же, стр. 449.

<sup>3</sup> С. В. Клешов, Тормозной условный рефлекс на отношение тонов. Труды физиологических лабораторий И. П. Павлова, т. XI, 1944 г., стр. 21—30.

<sup>4</sup> Э. Ш. Айрапетянц, В. Л. Балакшина, К. М. Быков, Н. А. Подкопаев и А. В. Риккль, Курс лекций по физиологии высшей нервной деятельности. Учпедгиз, Л., 1941, 220 стр. Лекция 19-я—Приложение экспериментальных данных, полученных на животных, к человеку.



риала». Абсолютно также бесспорно, что попытка механического переноса на человека материалов эксперимента, сделанного на животных, является попыткой с негодными средствами. Подобные попытки рядом работников предпринимались и не могли дать результатов, существенно важных для науки. Ясно, что бессмысленно ставить целью исследования констатирование различия между собакой и человеком». Деятельность человека определяется его трудом и возникающими при этом социальными отношениями, что отсутствует в мире животных.

Одни из рефлексологов уже поняли, а другие начинают понимать, что образование условных связей, условных рефлексов у человека проходит совершенно иначе, чем у животных. В то время как для собаки требуются многократные повторения сочетаний приема пищи и определенного звука, у человека эта связь устанавливается часто с одного раза. Это дает человеку громадное преимущество в жизни. Инстинкт животных, руководящий их поведением, действует целесообразно в борьбе за существование только в строго определенных условиях, но уже небольшое изменение этих условий жизни сразу делает животное беспомощным, а его инстинктивную реакцию часто для него губительной. И только сознание, учитывающее причину и следствие, сознание, характерным отличием которого является появление памяти и восприятий вслед за ощущениями, может быстро ориентировать человека в смене условий жизни.

Взрослый человек образует двигательные условные рефлексы с полным напряжением, если так можно выразиться, своей воли и мысли.

Сознательная и подсознательная деятельность человека и место в ней условных рефлексов. Для того чтобы определить место условно-рефлекторных связей и их роль в многогранной, сложной деятельности человека, необходимо познакомиться, хотя бы кратко, с учением о сознании, с теми определениями, которые современная психология<sup>1</sup> дает понятию «сознание».

Советская психология основывается на исходных положениях, даваемых философией диалектического материализма.

Маркс так говорит о содержании сознания: «Сознание... никогда не может быть чем-либо иным, как сознанным бытием..., а бытие людей есть реальный процесс их жизни»<sup>2</sup>.

Советские психологи, как, например, Корнилов, определяют сознание следующим образом: «Сознанием называется такого рода высшая ступень развития психики, которая возникла у человека в процессе труда и отражает общественное бытие;

<sup>1</sup> К. Н. Корнилов, Психология, Учпедгиз, 2-е изд., 1941, 273 стр.

<sup>2</sup> Маркс и Энгельс, Соч., т. IV, стр. 16.



оно конкретно реализуется в целенаправленных отношениях человека к природе и другим людям».

Психика человека качественно отличается от психики животного. Психика человека является результатом его трудовых отношений, позволяющих человеку подчинять и изменять природу и даже общество, в котором он живет, а психика животных имеет бессознательный, инстинктивный характер и является результатом только приспособления животного к природе, к окружающей его внешней среде. Даже домашние животные только приспособляются к обстановке, которую им создал человек, но не могут ее изменить. Только у высших человекообразных обезьян наблюдаются медленно разворачивающиеся и слабо вспыхивающие проблески будущего сознания человека.

Для животного нет истории, есть только настоящее; прошедшая жизнь, события не присоединяются к каждому ощущению в данный момент. У животных имеются ощущения, но они не переходят в то, что психология называет восприятием человека, т. е. в связывание настоящего ощущения со следами от множества бывших даже много лет назад. Животное связывает с ощущением только то, что непосредственно имеет отношение к его насущным потребностям—голод, боль, половое влечение. Если такого непосредственного отношения к потребностям данный раздражитель не имеет, то он не существует для собаки, он, выражаясь языком человека, не интересует собаку.

Собакастораживает уши, поворачивает голову к звуку, производит то, что Павлов называет рефлексом «что такое». Но это «что такое» только тогда усваивается собакой, когда оно имеет отношение к ее непосредственным потребностям—к жажде, голоду, избеганию всяческих болевых раздражений. У сторожевых собак на основе этих потребностей, а также инстинктов, вырабатывают сложные условные связи. Для собаки нет процессов, а есть только явления, которые она не может связать в исторический процесс.

Но и у человека имеется, кроме сознательной, и бессознательная жизнь. При езде на велосипеде вначале каждое движение мышц соразмеряется, контролируется вниманием, затем все эти сложные движения и удерживание равновесия становятся, как говорят, привычными, т. е. автоматическими, воспроизводятся бессознательно. Человек может ехать на велосипеде и в то же время думать не об управлении велосипедом, а о бегущей рядом собаке, или представлять себе накрытый стол в доме, куда он направляется.

Вот почему Энгельс говорил о животных, что они, хотя и могут мыслить логически, но не диалектически, так как процесс установления взаимосвязей недоступен для животного. Он недоступен был и для первобытного человека, подавленного грозными стихийными силами природы и потребностями своего



тела, с трудом избегавшего и защищавшегося от грозы, холода, жары.

Для ребенка в начале его жизни также существуют только отдельные, разрозненные предметы и явления, а не процессы. Но уже на втором году жизни он начинает обращать внимание не только на то, что непосредственно связано с его потребностями. Ребенок интересуется широким кругом предметов и явлений. Он постоянно спрашивает обо всем, что попадает в поле его зрения: «А это что?» «А почему эта кошка лакает молоко?» «А почему она голодна?» и так до бесконечности. Все интересует ребенка, и своими вопросами «почему» он ищет связь между всем, что его окружает, его интересует взаимосвязь между всем, что предстает перед его взором. Ребенок хочет познать причинную связь всех явлений, его мозг быстро и точно схватывает мельчайшие различия и сходства. Психика ребенка качественно отличная от психики животных.

Материальной основой для этого служит масса мозга ребенка, уже вдвое большая, чем мозг взрослой обезьяны и структура его. Употребление слова только как физиологического раздражителя (то, что физиологи Павловской школы называют второй сигнальной системой) не может идти ни в какое сравнение с обычными условными физиологическими раздражителями (звук, свет и т. п.). К сожалению, избегая психологии, стараясь заменить ее высшей нервной деятельностью, физиологи пропустили возможность глубокого проникновения физиологии центральной нервной системы в психологию и наоборот.

Каждое слово<sup>1</sup> является не только звуковым раздражителем подобно стуку метронома, но имеет определенный смысл для ребенка, вызывая у него не только звуковое ощущение, но и особенно процесс восприятия. К сожалению, ученики Павлова в своем первоначальном пренебрежении к психологии не провели опытов с применением словесного раздражителя к животным, что могло дать другие результаты, чем обычно применяемые: свисток, метроном, почесывание кожи и т. п.

Чем старше ребенок, тем богаче его восприятие при одном и том же слове, тем сильнее и обширнее возникающее воображение, ассоциации.

Когда экспериментатор говорит испытуемому ребенку, сидящему в рефлексологической кабине, «Нажми грушу», ребенок выполняет требуемый нажим, но часто по совершенно различным мотивам. Так, один ребенок, внушаемый, не задумываясь, нажмет грушу, т. е. бессознательно, и это будет близко к поведению дрессированной собаки, играющей на барабане; другой

<sup>1</sup> К. И. Платонов, Слово как физиологический и лечебный фактор (к физиологии психотерапии). Для врачей, биологов и педагогов. Госиздат Украины, Харьков, 1930, стр. 115.



ребенок произведет это действие из интереса к последующим событиям: «а что будет дальше?» и т. д.

Все это относится к дисциплинированным детям; недисциплинированный же ребенок будет нажимать грушу, когда нужно и не нужно, трогать все окружающие предметы, скоро соскучится и закричит: «Я хочу уйти, выпустите меня отсюда», и, наконец, заплачет.

Приказ как раздражитель кажется мало эмоциональным и однообразным, а между тем он вызывает разнообразные переживания у ребенка: подчинение, протест, интерес, скуку даже у одного и того же ребенка, но при различных его психических состояниях, в различные отрезки «истории» его личной жизни.

При этом оказывается, что не столько условный рефлекс, выработанный в лаборатории, характеризует тип нервной деятельности ребенка, сколько его поведение в кабине, реакция на монотонную обстановку (это, например, видно из записей протоколов при опытах с детьми по словесному методу Иванова-Смоленского и его сотрудников).

Экспериментатор, приравнивая ребенка к собаке, главным образом, интересуется его двигательной реакцией, считая, что движение служит объективным показателем его внутренней психической жизни, т. е. вполне ее отражает. Для собаки движение к кормушке при одном условном раздражителе — звонке — действительно является часто полным выражением деятельности нервной системы.

Для ребенка мышечное движение часто совершенно не отражает психического состояния, движение может производиться почти бессознательно, т. е. с небольшим участием внимания, а сознание в это же время может быть занято совершенно другим, например, воспоминанием картины в кино. Наоборот, у взрослого человека, как показал великий русский актер Станиславский, мышечное напряжение мешает работе переживания, выражению чувств в игре актера.

К чему же мы пришли в анализе применения словесных раздражителей? К тому, что эти, якобы, чисто физиологические опыты являются в действительности не только физиологическими, но скрытыми и психологическими опытами над детьми. Важно отметить, что Павлов в первых своих работах по условным рефлексам называл свои исследования «экспериментальной психологией», как об этом пишет акад. Л. А. Орбели<sup>1</sup>.

Теоретически говоря, ни одной мысли не может быть без предшествующего (как причина) изменения нервной системы. Практически физиология крайне далека от установления такого

<sup>1</sup> Л. А. Орбели, Лекции по вопросам высшей нервной деятельности, М., Издательство Академии наук СССР, 1943, 207 стр.



идеального взаимоотношения. Физиологи-агностики утверждают, что даже в отдаленном будущем не удастся установить материальных изменений, связанных с каждой мыслью человека, как бы ни была совершенна методика будущей физиологии. Но история науки имела уже немало примеров полного краха таких агностических предсказаний. Например, Вольфганг Гёте утверждал, что наука никогда не сможет предсказывать погоду или узнать химический состав звезд. Однако наука нашла связи между явлениями, которые опровергли положения немецкого ученого.

Современная нейрофизиология манипулирует с таким состоянием нервной системы, как возбуждение и торможение. Когда мы знакомимся с высшей нервной деятельностью, то в основном только эти два состояния являются определяющими состоянием нервной системы, другие же процессы (парабиоз, доминанта, лабильность) исходят опять же из процессов возбуждения и торможения как основных для деятельности нервной системы. Эти два процесса—возбуждение и торможение—не могут, конечно, адекватно отобразить сложные психологические переживания и в будущем физиология должна обогатиться новыми физиологическими методами и понятиями.

В учении о высшей нервной деятельности имеются два основных типа ее: возбудимый и тормозимый, остальные состояются из различных степеней возбудимого и тормозимого, если представить эти типы схематично.

Задача будущей физиологии — найти новые многогранные состояния центральной нервной системы с помощью психологии.

А. К. Ленц<sup>1</sup> в 1934 г. решил экспериментально разрешить вопрос об отношении сознания человека к образованию и течению условных слюнных рефлексов у взрослых интеллигентных людей. Испытуемая женщина — врач, 29 лет. Методика для выработки условного рефлекса была обычная, «собачья». Раздражителями служили: стук метронома, звонок, белый и красный цвета и сильный звук; слюна собиралась через слюноотделительную воронку Лёшли-Красногорского, подкреплением служили кусочки шоколада. Испытуемая должна была отмечать знаком «+» название того раздражителя, при котором она ожидала подкрепление, знаком «—» раздражитель, при котором она, наоборот, не ожидала увидеть кусочек шоколада и, наконец, отмечать те мысли и переживания, которые возникали у нее при опытах.

Максимальный рефлекс получился при повышенной пищевой возбудимости, что сопровождалось записью: «Ела с удоволь-

<sup>1</sup> А. К. Ленц, Условные слюноотделительные рефлексy человека в сопоставлении с данными сознания испытуемого субъекта. Физиологический журнал СССР, т. XVII, № 6, 1934, 1198—1213 стр.

ствием». Все  
ладом раздра

Затем все

раньше сопро

Интересна за

что метроно

случила), но

все отрицате

«Знала, что,

несмотря на

ружили, по

Таким об

ность условн

процессы

ских (со

закономе

жащие в

и другие

центров.

работать у

«Условные

стично в кор

автономную

В излага

механизма о

чательного в

кание свя

коры, сп

органы ч

вегетати

ный субс

мать ник

шением соз

нимался та

Школа

маются в

центров

шими пс

Результат

поминают пу

Индию и нац

И. С. Бе

деятельности

Физиологический



ствием». Все записи подкрепляемых и неподкрепляемых шоколадом раздражителей и их комбинаций были безошибочны.

Затем все раздражители были перевернуты, т. е. те, которые раньше сопровождались шоколадом, теперь не подкреплялись им. Интересна запись испытуемой: «Слюны нет во рту. Смешит то, что метроном не подкреплен», и дальше: «Хотела конфету (не получила), но не очень огорчилась»; «Сообщила, что, наверное, все отрицательные будут подкрепляться, а положительные нет»; «Знала, что, наверное, подкрепления не будет». Оказалось, что, несмотря на переключение сознания, условные рефлексy обнаружили, по Ленцу, сильную инертность.

Таким образом, подвижности сознания противостоит инертность условных рефлексy. Ленц делает вывод, что нервные процессы, лежащие в основе наших психических (сознательных) процессов, имеют иные закономерности, чем нервные процессы, лежащие в основе условных рефлексy, хотя те и другие связаны с деятельностью корковых центров. Он добавляет, что условные рефлексy можно выработать у психических больных и даже у резко слабоумных: «Условные слюноотделительные рефлексy, осуществляясь частично в коре, представляют собой более примитивную и отчасти автономную форму мозгового динамизма».

В излагаемой работе Ленц близко подходит к особенностям механизма образования условных рефлексy, но не делает окончательного вывода, что основное в этом механизме—это замыкание связи между вегетативными центрами коры, специфически возбуждаемыми через органы чувств, и общим возбуждением всей вегетатики голодом. Сознание же и материальный субстрат его в коре мозга могут не принимать никакого или небольшое участие. Соотношением сознательной деятельности и автоматизированной занимался также и Беритов<sup>1</sup>.

Школа Павлова с ее обычной методикой занимается в основном изучением высших корковых центров вегетативной нервной системы, а не высшими психическими созвездиями центров.

Результаты работ рефлексологов к настоящему времени напоминают путешествие Х. Колумба, отправившегося открывать Индию и нашедшего новую неизвестную страну—целый материк,

<sup>1</sup> И. С. Беритов и Н. Н. Дзидзишвили, Отношение сознательной деятельности человека к автоматизированным двигательным реакциям. Физиологический журнал СССР, 1936, т. XXI, вып. 5—6, 826 стр.



Америку. Так, рефлексологи, отправившись в поиски за элементами сознания, нашли совершенно новые поразительные связи между внутренними органами и корой мозга (Быков).

Рефлексологам казалось, что условные рефлексy являются как бы атомами сознания, из которых последнее было построено. Казалось, что психология — наука, исходящая из плохо очерченных и определенных субъективных переживаний человека, может быть заменена точными физиологическими изменениями и понятиями.

Но затем и для самих исследователей в области рефлексологии стало ясным, что предстоит еще впереди большая работа по отысканию новых методов, по перестройке подхода к эксперименту над человеком, по общему перевооружению. Психология как самостоятельная наука не может быть заменена физиологией даже для высших животных. Акад. Орбели в своих публичных выступлениях и статьях, как продолжатель дела Павлова, ясно и определенно заявляет, что изучение человека должно проводиться физиологом совместно с психологом.

Интересно отметить, что один из наиболее плодотворно работающих в области изучения влияния коры головного мозга на внутренние органы акад. Быков<sup>1</sup> перешел к исследованию физиологическими методами психологии подсознательного, где рефлексологический метод может дать исключительно важные результаты. Как показали последние опыты, условные рефлексy могут образоваться у животных, находящихся в наркотическом сне. Не только легкий наркоз, но и средней степени наркоз не препятствует образованию условного рефлекса. Только глубокий наркоз прекращает условно-рефлекторную связь. Эти опыты подчеркивают отсутствие сознания при образовании условных рефлексов. Зеленый первый получил условные связи у собак без коры. Афанасьев<sup>2</sup> в 1946 г. нашел, что у собаки, лишенной полушарий головного мозга, можно образовать дифференцировку на 3 тона.

Вообще, если не замещать сознание условными рефлексами, а принять, что последние играют совершенно определенную роль в поведении ребенка и взрослого наряду с сознательной деятельностью, то наши познания деятельности человека и животного сильно обогатятся дальнейшими совместными работами физиологов и психологов. И только тогда педагогика и гигиена получают те ценные материалы, которые помогут делу воспитания нового человека, нового общества.

<sup>1</sup> Э. Айрапетянц и К. Быков, Физиологические эксперименты и познание психологии подсознательного. «Под знаменем марксизма», 1943, № 4—5, стр. 68—78.

<sup>2</sup> М. Е. Афанасьев, Условнорефлекторная деятельность собаки без полушарий головного мозга. Вестник Академии медицинских наук СССР, 1946, № 5.



## ЧАРЛЬЗ ДАРВИН и ИВАН ПЕТРОВИЧ ПАВЛОВ

### Выработка целесообразности форм животных и поведения их

Великий английский ученый Ч. Дарвин впервые показал, что целесообразное приспособление форм животного тела к окружающей среде не существует с начала мира, а вырабатывалось долгими периодами развития путем отбора наиболее приспособленных форм в борьбе за существование. Теория естественного отбора, опубликованная Дарвином, вскрыла неизвестный до него механизм выживания наиболее приспособленных, она создала величайший биологический закон эволюции. Но невозможно отделить форму от функции, и Дарвин сам уже применил свой закон к поведению животных, создав свою знаменитую теорию полового отбора.

Физиологи, увлеченные своей аналитической работой по отысканию и изучению «атомов жизни», элементов, из которых построена жизнь, углубились в изучение сокращения изолированной икроножной мышцы лягушки, сетчатки глаза, вообще клеточной физиологии, и не обратили должного внимания на теорию Дарвина и ее значение для физиологии.

Впервые русский великий физиолог И. П. Павлов начал и продолжал в течение долгих лет со своими многочисленными учениками изучение целесообразного поведения целостного организма животных. В настоящее время Орбели и Коштыяц развили эволюционную физиологию.

Изучая образование условных рефлексов у собаки, Павлов открыл физиологический механизм ее целесообразного поведения. Оказалось, что собака анализирует раздражения внешнего мира, воздействующие на ее органы чувств. Ее центральная нервная система отбирает только те внешние раздражения, которые нужны, полезны ей в борьбе за существование, например, для добывания пищи.

Только те сигналы (световые, звуковые, болевые и др.) вызывают целесообразные движения ее, которые связаны с борьбой за ее индивидуальную жизнь, сохранение целостности всего организма. Как только эти сигналы не дают ей сведений об опасности и наличии пищи, так они уже не удерживаются корой больших полушарий, наступает то, что Павлов назвал внутренним торможением.

Но Павлов и его ученики показали дальше на примере работы секреторных желез пищеварительного тракта, что эти сигналы из внешней среды вызывают деятельность всех пищеварительных желез, начиная со слюнных. Этим подчеркивается физиологическая целесообразность условного рефлекса то замыкающего, то размыкающего связь между центральной нерв-



ной системой и ее отделом—вегетатикой, между нервными центрами органов чувств и вегетативными центрами.

Так великий физиолог начал совершенно новую главу о материалистическом понимании целесообразного поведения животных. Павлов как физиолог говорит: «Только те животные выживают, у которых быстро и точно возникают и тормозятся условные рефлексы».

Он, первый, начал изучать индивидуальную целесообразность, а не филогенетическую, родовую, как Дарвин. Павлов и его ученики, особенно Быков, показали, как органы тела животного развиваются, совершенствуются, взаимодействуя с головным мозгом.

Бесценна заслуга павловской школы в установлении временных связей между сигналами из внешнего мира (через органы чувств) и одновременными массивными изменениями в вегетативной и анимальной нервной системе.

Эта же школа установила своим учением об условных рефлексах механизм развития целесообразности вырабатывающейся, а не предустановленной. Это как бы перенос теории Дарвина об эволюции форм животных на эволюцию поведения животных, но не человека. Все более совершенные машины и аппараты в корне изменяют непосредственную зависимость человека от природы. Микроскопы и телескопы делают ненужным дальнейшее усовершенствование глаз человека. Тысячетонные краны заменяют мышечную силу тысяч людей.

Борьба за существование в природе не может быть перенесена в человеческое общество. Социальный дарвинизм есть неправильное перенесение биологических законов в социальную среду. Также и перенесение механизмов индивидуального целесообразного поведения собаки (животного — охотника) на человека, хотя бы и ребенка, неправомерно. И даже больше — ненаучно. Животные не имеют личности, а ребенок уже в 2 года имеет свою личность. Метод условных рефлексов должен быть очень сильно изменен для изучения материальной основы формирования личности ребенка. Личность же ребенка формируется на основе социальных воздействий.

Отдавая дань восхищения открытиям Павлова в области поведения животных, возрастная физиология должна все время помнить, что ребенок—не животное, а социальное существо, вдумчиво наблюдающее окружающую жизнь.

Павлов, как физиолог, искусственно ограничил поле своей работы, остановив все свое внимание на работе слюнной железы — это самоограничение гениального ученого. Он отстранил сознательно увлекательную перспективу—перенести полученные данные с собаки на человека—ребенка и взрослого. Но «в течение всей своей жизни он таил мысль привести физиологию и психологию к единству, к единому учению, истинно научно-

му представ  
мозга», — п  
его работу  
у психическ  
физиологиче  
ного. Но уч  
важной зад  
танов чел  
нервной сис  
тических м  
взрослого  
значение в

Физиоло  
человека, к  
Изучая из  
гии может  
1948 г. Еф  
у людей р  
ских метод  
больного, д  
козом внеш  
поднялось  
Таким обр  
гипертония  
больного, к  
что он сове  
в минуту.  
зывают на  
больного к  
ний в личн  
не может. I  
основные з  
логия чело  
или остано  
фактов и н  
щению.

Беритов  
том, «что ф  
психологию,  
ем для п  
стей». С  
все больше

<sup>1</sup> Л. А. С  
Журнал общ  
<sup>2</sup> И. С. Б  
тельности. 194  
16\*



му представлению о высшей форме деятельности человеческого мозга», — пишет Орбели<sup>1</sup> о своем учителе. Смерть прервала его работу по изучению роли и значения условных рефлексов у психически больного человека и своей лебединой песнью — физиологическим анализом неврозов — он закончил жизнь ученого. Но ученики его подходят к разрешению другой, не менее важной задачи — научиться управлять работой внутренних органов человеческого тела через высшие центры вегетативной нервной системы. Они также подходят и к изучению физиологических механизмов возникновения эмоций у ребенка и у взрослого человека. Изучение же эмоций имеет первостепенное значение в деле воспитания школьников всех возрастов.

Физиология может изучать только организм, а не личность человека, которую изучает педагогика, психология и искусство. Изучая изменения в организме, физиолог с помощью психологии может судить об изменениях в личности человека. Так, в 1948 г. Ефимов и Соболева, изучая предоперационные эмоции у людей различного возраста, отметили, что без физиологических методов эти эмоции не могут быть обнаружены. У одного больного, державшего себя перед операцией под местным наркозом внешне очень спокойно, кровяное давление максимальное поднялось с 120 до 185 мм., а минимальное с 60 до 115 мм. Таким образом перед самой операцией наступила мгновенная гипертония, державшаяся 7 суток после операции. У другого больного, весело шутившего перед операцией и уверявшего, что он совершенно ее не боится, пульс участился до 174 ударов в минуту. Большие физиологические сдвиги в организме указывают на большие психические сдвиги — на переживания больного как личности. Но самое содержание эмоций, изменений в личности больного, физиология вскрыть своими методами не может. Но и психология без физиологии не сможет открыть основные закономерности психической жизни человека. Психология человека без физиологии или сделается идеалистической или остановится в своем развитии перед горой накопленных фактов и наблюдений, не поддающихся закономерному обобщению.

Беритов<sup>2</sup> делает неправильное заключение в своей книге о том, «что физиология коры мозга не только не может заменить психологию, но даже не может послужить основанием для понимания психических закономерностей». С развитием своих методов исследования физиология все больше будет помогать психологии.

<sup>1</sup> Л. А. Орбели, Очередные вопросы высшей нервной деятельности. Журнал общей биологии, 1947, т. VIII, № 6, 407—420 стр.

<sup>2</sup> И. С. Беритов, Об основных формах нервной и психической деятельности. 1947, Изд. Академии наук СССР, 113 стр.



Колбановский<sup>1</sup> совершенно верно указывает, что: «Не слияния обеих наук — физиологии и психологии — надо добиваться, а установления между ними делового контакта, взаимного понимания и учета достижений каждой из них при разграничении в то же время области и методов изучения двух различных сторон единой психофизической проблемы».

О совместной работе физиологов и психологов можно сказать словами Леонардо да Винчи: «две слабости (арки), опирающиеся друг на друга, создают прочный мост».

<sup>1</sup> В. Колбановский, Физиология и психология в работах акад. И. П. Павлова, журн. «Книга и пролетарская культура», 1934, № 6, Изд. «Правда».

Предисло

Введение.

Глава I —

Внутреннее д  
и его механи  
нов детей. Г  
у человека. Е  
человека и е  
ческие явлени  
витое действи  
дыхания. Втор

Глава II —

Ритмы жизни  
периоды и их  
ветворные орг  
эритроцитов.  
Возрастные из  
в химическом  
жидкая среда,

Глава III —

сосудистой си  
денного. О во  
Возрастные ос  
Мелодия сердц  
кровеносных со  
человека. Осо  
человека. Ожи  
особенности мы  
Кора мозга и

Глава IV —

полости ребенка  
двенадцатиперстн  
кишечно-желудоч  
кишках. Толстые  
мосьязь головног  
кормление. Пониж

Глава V —

продукты. Молоко  
Кислые и щелочн  
минимум. Полноце



## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие. . . . .	3
Введение. . . . .	6
Глава I — ДЫХАНИЕ. Введение. Внешнее и внутреннее дыхание. Внутреннее дыхание и его уменьшение с возрастом. Внешнее дыхание и его механизмы. Особенности строения и функции дыхательных органов детей. Газообмен между легкими и внешней воздушной средой у человека. Вентиляция легких у взрослых и детей. Основной обмен человека и его изменение с возрастом. Физиологические и патологические явления при недостатке кислорода у детей и взрослых. Ядовитое действие кислорода и других газов. Химизм внутриклеточного дыхания. Вторая роль дыхания в организме человека. . . . .	11
Глава II — КРОВЬ. Кровь как внутренняя среда организма. Ритмы жизни организма: суточные, месячные, сезонные и возрастные периоды и их отражение в крови. Возрастные изменения крови. Кровотворные органы у детей и взрослых. Возрастная скорость оседания эритроцитов. Активная реакция крови и ее физиологическое значение. Возрастные изменения количества и качества гемоглобина. Изменения в химическом составе крови с возрастом. Лимфа как внутренняя жидкая среда, непосредственно омывающая клетки тканей. . . . .	30
Глава III — КРОВООБРАЩЕНИЕ. Строение и работа сердечно-сосудистой системы. Особенности кровообращения плода и новорожденного. О возрастном соотношении сердца и кровеносных сосудов. Возрастные особенности формы капилляров. Ритм работы сердца. Мелодия сердца. Пульс и пульсовая волна. Возрастная эластичность кровеносных сосудов. Кровяное давление и его изменения с возрастом человека. Особенности иннервации сердца в ранних возрастах человека. Оживление сердца ребенка. Возрастные физиологические особенности мышцы сердца. Запасные резервуары крови в организме. Кора мозга и сердца. Эмоции и сердце. . . . .	47
Глава IV — ПИЩЕВАРЕНИЕ. Введение. Пищеварение в ротовой полости ребенка. Пищеварение в желудке ребенка. Пищеварение в двенадцатиперстной кишке. Возрастные изменения строения и функции кишечного-желудочного тракта. Пищеварение и всасывание пищи в тонких кишках. Толстые кишки. Кишечно-желудочный тракт как целое. Взаимосвязь головного мозга и кишечного-желудочного тракта. Мнимое кормление. Понижение аппетита у детей и его причины. . . . .	62
Глава V — ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. Пища и пищевые продукты. Молоко и его количественный и качественный состав. Кислые и щелочные пищевые продукты. Строение белков. Белковый минимум. Полноценные и неполноценные белки. Жировой и углевод-	245



ный обмен. Солевой обмен. Водный обмен. Строение воды. Талая вода. Тяжелая вода. Радиоактивные индикаторы как метод изучения обмена веществ в организме человека. Обмен энергии в организме человека. Обмен веществ и энергии в растущем и развивающемся организме . . . . .

78

Глава VI — ВИТАМИНЫ. Витамин А, Витамин В<sub>1</sub>. Витамин В<sub>2</sub>, Витамин В<sub>6</sub>. Витамин Д. Витамин С<sub>1</sub>. Витамин Е. Витамин К. Никотиновая кислота. Пантотеновая кислота. Биотин. Витамин Н. Авитаминозы у детей. . . . .

95

Глава VII — ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА. Введение. Особенности строения и работа органов выделения ребенка. Кожа как орган выделения. Ночное недержание мочи у детей и меры борьбы с ним. . . . .

108

Глава VIII — ЖЕЛЕЗЫ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ. Введение. Зобная железа. Эпифиз. Щитовидная железа. Паращитовидные железы. Надпочечники. Гипофиз. Половые железы как смешанные железы. Взаимная связь желез внутренней секреции между собой. Взаимосвязь между железами внутренней секреции и высшей нервной деятельностью . . . . .

115

Глава IX — ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ ЧЕЛОВЕКА И ЕГО ИЗМЕНЕНИЯ С ВОЗРАСТОМ. Пассивный двигательный аппарат: Кости и хрящи и их возрастные изменения. Активный двигательный аппарат — возбудимые ткани. Мышцы и нервы. Возрастные особенности строения и работы мышц. Возбудимость и возбуждение. Нервная клетка, нерв, нервные окончания, мышца как активная часть двигательного аппарата. Ощущение и движение. Рефлекторная дуга. Рефлексы кожные, сухожильные и другие. Хронаксия нервов и мышц и ее изменения с возрастом. Субординационная и конституционная хронаксия. Возрастные изменения вестибулярной хронаксии. Изменение нервно-мышечной деятельности организма ребенка с возрастом. Ансамбли Ухтомского. . . . .

129

Глава X — ЦЕНТРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА И ЕЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ. Вегетативная нервная система. Химические факторы нервного возбуждения. Теория медиаторов. Изменение вегетативной нервной системы с возрастом. Анимальная нервная система. Развитие черепа. Развитие мозга у животных в ходе их эволюции. Развитие головного мозга у ребенка. Тонкое строение коры полушарий ребенка различного возраста. Химический состав мозговой ткани. Возрастная биохимия мозга. Искусственное кровообращение в голове собаки. Поведение животных и детей без полушарий большого мозга. Двигательные нервные центры коры. Развитие рефлексов у ребенка. Проблема локализации функций в коре мозга человека. Конstellляции — созвездия центров. Пластичность центральной нервной системы. Переучивание участков коры. Доминанта. Действие головного мозга на обмен веществ в мышцах. . . . .

144

Глава XI — ОРГАНЫ ЧУВСТВ ЧЕЛОВЕКА. Общие закономерности в работе всех органов чувств. Вкус. Синтез вкусов. Обоняние. Орган зрения — глаз. Развитие глаза. Движение глаз. Аккомодация и ее изменение с возрастом. Строение сетчатки. Центральное и периферическое зрение. Возрастные изменения чувствительности периферического зрения. Цветное зрение. Электрическая чувствительность глаза и ее изменения с возрастом. Строение уха. Слух. Изменение слуха с возрастом. Функции вестибулярного аппарата. Кожная чув-



ствительность. Костная проводимость звука. Вибрационное чувство. Взаимосвязь всех органов чувств в их работе; влияние зрения на нервно-мышечную систему. . . . . 183

Глава XII — ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ У ЖИВОТНЫХ И РЕБЕНКА. Учение об условных рефлексах. Основные понятия и термины. Образование условного рефлекса. Дифференцировка. Влияние возраста. Метод рефлексологии у детей. Значение подражания у детей при выработке условного рефлекса. Неврозы детей. Условные рефлексы внутренних органов. Различие в развитии движений у животных и детей. Сознательная и подсознательная деятельность человека и роль в ней условных рефлексов. Чарльз Дарвин и И. П. Павлов. . . . . 208

---



Редактор *М. П. Короткова*

Техн. редактор *В. П. Гарнек*

А 04340. Подп. к печати 6/V 1948 г. Уч.-изд. л. 15,65 печ. л. 15<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Фор. 60×92

Заказ 1005

Тираж 10 000

Типография Изд-ва АПН. Москва, Лобковский пер., 5/16.



н. редактор В. П. Гарма  
5 печ. л. 15 1/2 Фор. 60x92  
Тираж 10 000  
КОВСКИЙ пер., 5/16.



10 руб.



A vertical strip of a textured, brown and tan pattern, possibly a book cover or endpaper. The pattern consists of irregular, horizontal bands of darker brown and lighter tan colors, creating a mottled or marbled effect. The texture appears fibrous or woven.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO